

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE CIENCIAS GEOLÓGICAS**  
**DEPARTAMENTO DE PALEONTOLOGÍA**



**TESIS DOCTORAL**

**Bioestratigrafía del Silúrico de la Zona Centroibérica meridional (España)**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Saturnino Lorenzo Álvarez

Director

Juan Carlos Gutiérrez-Marco

**Madrid, 2015**

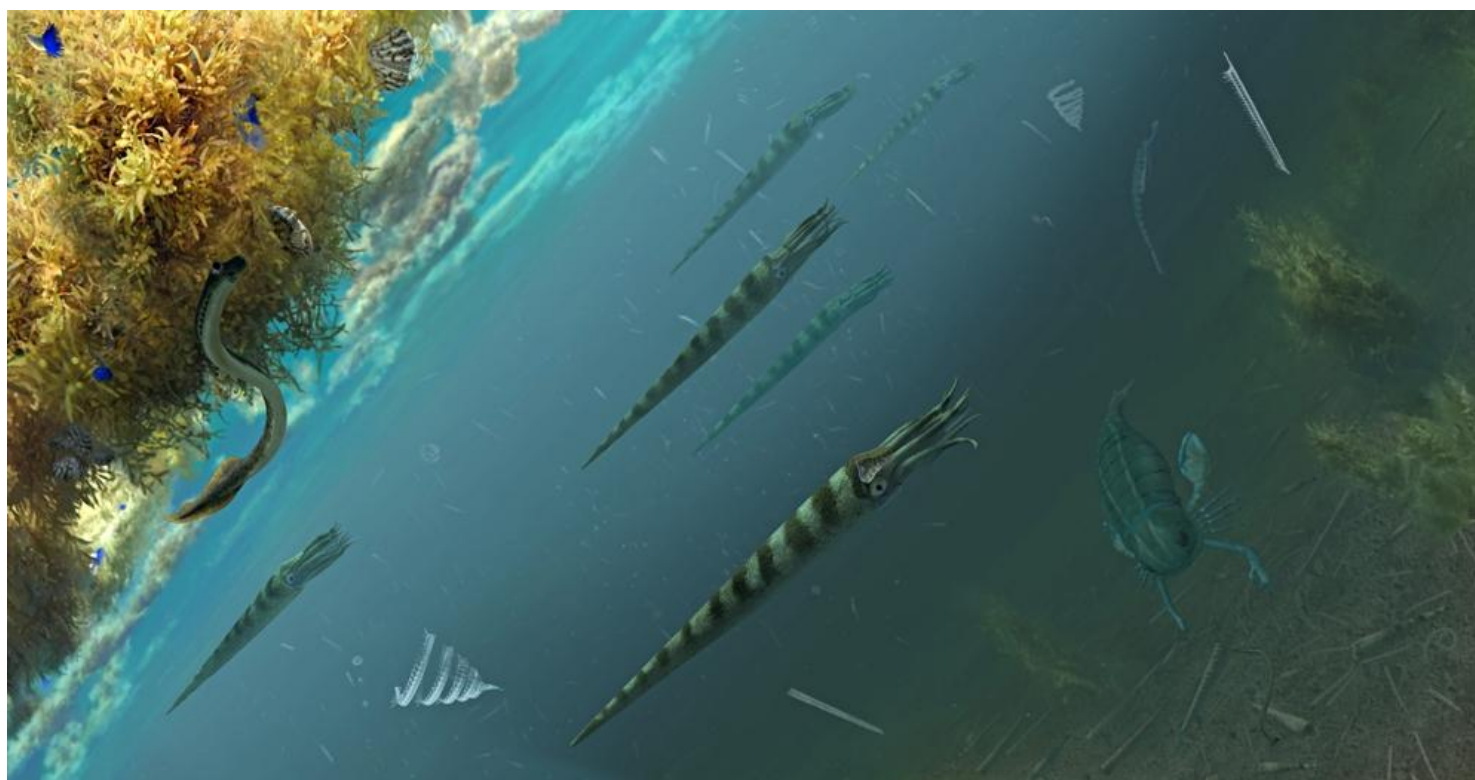




**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE CIENCIAS GEOLÓGICAS**

**DEPARTAMENTO DE PALEONTOLOGÍA**



# **BIOESTRATIGRAFÍA DEL SILÚRICO DE LA ZONA CENTROIBÉRICA MERIDIONAL (ESPAÑA)**

**TESIS DOCTORAL**

**SATURNINO LORENZO ÁLVAREZ**

Madrid, Curso Académico 2014-2015

Figura de la portada: Recreación de un ambiente marino del Silúrico, basado en el registro del Telychiense de la provincia de Ciudad Real. A la izquierda pueden verse algas flotantes con epizoos (rinconeláceos epiplanctónicos de concha fina) y un conodontozoóforo nadando cerca; en el sector central la zona fótica oxigenada con graptolitos planctónicos (formas rectas y espirales) e invertebrados nectónicos (nautiloideos ortocónicos y euriptéridos); y, en la parte derecha, una vista de los ambientes disódicos a euxínicos cerca del fondo, con acumulación de restos de graptolitos y ortocerátidos en sedimentos oscuros, ricos en materia orgánica. La reconstrucción es obra de D. Óscar Sanisidro, y el original se expone en el Museo de Ciudad Real.

**BIOESTRATIGRAFÍA DEL  
SILÚRICO DE LA  
ZONA CENTROIBÉRICA  
MERIDIONAL  
(ESPAÑA)**

TESIS DOCTORAL DE

**SATURNINO LORENZO ÁLVAREZ**

BAJO LA DIRECCIÓN DE

**JUAN CARLOS GUTIÉRREZ-MARCO**



Memoria realizada por Don Saturnino Lorenzo Álvarez para optar al título de doctor en Procesos y Recursos Geológicos, bajo la dirección del Dr. D. Juan Carlos Gutiérrez-Marco, Científico Titular del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Actúa como ponente el Dr. D. Juan Carlos Gutiérrez-Marco, Científico Titular del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Madrid, 2 de Diciembre de 2014



D. Juan Carlos Gutiérrez-Marco



## RESUMEN

---

Se analiza la estratigrafía de la sucesión silúrica de un área muy amplia del Macizo Ibérico, que abarca el sector español de la Zona Centroibérica meridional, así como la banda limítrofe con la Zona de Ossa-Morena (Dominio Obejo-Valsequillo o “Zona Lusitano-Mariánica”). Los afloramientos principales se localizan en los sinclinales variscos de Guadarranque, Cañaveral-Monfragüe, Herrera del Duque, Corral de Calatrava, Cáceres, Almadén, Valdeazogues-Puertollano, Santa Cruz de Mudela, Sierra de San Pedro, Guadalmez y La Codosera, así como a lo largo del flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches. En el Dominio Obejo-Valsequillo los afloramientos silúricos son todos puntuales.

La revisión exhaustiva de antecedentes abarcó 150 artículos o monografías que hacen mención al Silúrico surcentroibérico, más medio centenar de mapas que contemplan la cartografía de distintas unidades atribuidas a este sistema. Pese a esta relativa abundancia de referencias, el conocimiento estratigráfico y paleontológico de los materiales silúricos, en la región estudiada, adolece de una gran heterogeneidad y desactualización, por comparación con los restantes sistemas paleozoicos aflorantes en el Macizo Ibérico.

La sucesión silúrica surcentroibérica es exclusivamente detrítica y alcanza un espesor variable en cada estructura, si bien manifiesta una relativa homogeneidad de facies con tres unidades sucesivas que, de más antigua a más moderna, son: a) areniscas y cuarcitas del techo del Ordovícico a base del Silúrico, de espesor métrico a decamétrico (ausentes localmente); b) pizarras negras graptolíticas (10-150 m); c) alternancias de pizarras negras, limolitas, areniscas y cuarcitas, en ocasiones con intercalaciones de rocas ígneas, en las que se situaría el límite Silúrico-Devónico (de 200-400 m, a más de 1000 m). Desde el punto de vista litoestratigráfico, las dos primeras unidades se equiparan, respectivamente, a las formaciones Cuarcita del Criadero y Pizarras del Guadarranquejo, que alcanzan extensión regional. La tercera unidad varía sus características para cada estructura o conjunto de estructuras, de modo que no es posible establecer el dominio de aplicabilidad de las numerosas denominaciones locales con la que ha sido designada por los distintos autores. Es por ello que optamos por tratarla informalmente como una “Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas”, cuya edad y adscripción cronoestratigráfica continúa siendo problemática, debido a la casi total ausencia de elementos paleontológicos. La inclusión de materiales volcánicos y subvolcánicos en toda la sucesión silúrica es frecuente en determinadas estructuras (sinclinal de Almadén y Valdeazogues-Puertollano), y está generalizada para las dos unidades superiores en gran parte de la región estudiada.

El estudio bioestratigráfico abarcó 153 perfiles y localidades paleontológicas aisladas, implicando un total de 390 niveles fosilíferos. Estos se sitúan esencialmente en las pizarras graptolíticas (Formación Guadarranquejo y equivalentes), seguidos por los yacimientos enclavados en la parte inferior de la unidad de Alternancias arenosas y, de manera muy puntual, por los escasos yacimientos registrados en la Cuarcita del Criadero. En el Dominio Obejo-Valsequillo, la mayoría de los datos bioestratigráficos se limitan a localidades aisladas o secciones de escaso desarrollo, en las que singularmente se detectaron las asociaciones fosilíferas más modernas y vinculadas con los únicos materiales calcáreos del Silúrico de la región estudiada.

El grupo fósil de mayor interés bioestratigráfico son los graptolitos, de los que se caracterizaron una biozona del Aeroniense (Biozona de *Lituigraptus convolutus*), siete del Telychiense (Biozonas de *Rastrites linnaei*, *Spirograptus turriculatus*, *Streptograptus crispus*, *Monoclimacis griestoniensis*, *Torquigraptus tullbergi*, *Oktavites spiralis* y *Cyrtograptus lapworthi*), cuatro del Sheinwoodiense (Biozonas de *Cyrtograptus murchisoni*, *Monograptus riccartonensis*, *Monograptus belophorus*-*C. rigidus* y *C. perneri*-*C. ramosus*), una del Homeriense (Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*), 1 del Ludfordiense (Biozona de *Saetograptus linearis* (?)) y una del Pridoli (Biozona de *Neocolonograptus parultimus*-*N. ultimus*). En las facies de pizarras graptolíticas del Telychiense-Sheinwoodiense se reconocen también las biozonas de *Pterospathodus celloni* y *P. amorphognathoides* de conodontos, con un menor grado de resolución bioestratigráfica.

El estudio paleontológico permitió reconocer 126 formas distintas de graptolitos planctónicos, la mayoría de las cuales se ilustran y describen brevemente. También se abordó la revisión de los numerosos taxones nuevos propuestos para el área por Hernández Sampelayo (1960), llegándose a la conclusión de que todos ellos merecen considerarse como *Graptolithina nomina oblita*. El trabajo taxonómico contempló, igualmente, la consulta del material original de graptolitos derivado de otros trabajos precedentes, que sus autores habían depositado en diversas instituciones nacionales.

Además del estudio de los graptolitos, en el presente trabajo hemos investigado la paleodiversidad de los restantes grupos fósiles representados en el Silúrico del ámbito considerado. Entre ellos destacan los artrópodos (euriptéridos, trilobites, filocáridos y ostrácodos), moluscos (cefalópodos, gasterópodos, bivalvos), braquiópodos (rinconeliformes, linguliformes), equinodermos (crinoideos), cnidarios, anélidos (macaeridios), cornulítidos, microfósiles (conodontos) e icnofósiles. De los fósiles de invertebrados no graptolitos, tan sólo una pequeña parte ha podido ser identificada taxonómicamente, detectándose por vez primera para España o la Zona Centroibérica la presencia de especies concretas de braquiópodos, bivalvos y ostrácodos, además de algunos arqueogasterópodos loxonematáceos, neritimorfos y bellerofóntidos pterotecinos. El material de euriptéridos y cefalópodos se describe someramente a nivel tipológico, determinándose la presencia de dos taxones diferentes de pterigótidos, en el primer caso, y de siete morfotipos distintos de ortocerátidos, en el segundo.

Finalmente, las asociaciones paleontológicas permiten realizar diversas inferencias de tipo paleoecológico y paleogeográfico. El registro de graptolitos se adscribe a las biofacies de plataforma somera y epipelágicas de la provincia graptolítica de la Europa Perigondwánica de Štorch (1998a), con generación de fondos anóxicos por estratificación de masas de agua en zonas de elevada productividad orgánica, próximas a áreas de afloramiento (*upwelling*). Por su parte, las asociaciones de bivalvos y braquiópodos del Llandovery-Ludlow son las típicas del área perigondwánica, y cuentan con numerosos elementos en común con Bohemia, Cerdeña, Alpes Cárnicos, Macizo Armoricano y norte de África. Estas relaciones se estrechan y se hacen más patentes en el Ludlow y Pridoli de los sectores situados al sur del eje de Los Pedroches, donde se depositan los únicos materiales calcáreos silúricos reconocidos en toda el área de trabajo.



### **Biostratigraphy of the Silurian rocks of the southern Central Iberian Zone (Spain)**

#### Introduction

As maintained by several authors, the Silurian today remains the poorest known geological system of all those represented in the Iberian Peninsula, mainly due to the apparent uniformity of sedimentary facies and the generalized absence of suitable fossils.

In the southern part of the Central Iberian Zone, Silurian outcrops are scarce, restricted to the core of the Variscan synclines delineating much of the characteristic macrostructures of the region. Silurian rocks occurring to the south of the Los Pedroches magmatic alignment are really rare and occur in the form of isolated outcrops within a complex structural and stratigraphic setting.

The widespread absence of detailed stratigraphic analyses and the scarcity of paleontological studies focusing on the Silurian of this region, with a great potential and barely outlined so far, led us to consider a generalistic thesis work. This will review, under a uniform and updated approach, most of the Silurian outcrops mapped or detected in previous studies, but hardly ever discussed in detail.

The study area is distributed in six provinces belonging to three autonomous communities: Extremadura (Cáceres, Badajoz), Castilla-La Mancha (Ciudad Real, Toledo) and Andalucía (Córdoba, Jaén), all of them located in the southern part of the Iberian Meseta. The investigated outcrops are distributed in 53 national topographic map sheets at 1: 50,000 scale.

#### Synthesis

This research analyzes the biostratigraphy of the Silurian sequence from a very large area of the Iberian (or Hesperian) Massif, which covers the Spanish part of the southern Central Iberian Zone, as well as its transitional area to the Ossa-Morena Zone (Obejo-Valsequillo Domain or “Lusitan-Marianic Zone”). The main exposures of the rocks from this system are located, diagonally from northeast to southwest, in the Variscan synclines of Guadarranque, Cañaveral-Monfragüe, Herrera del Duque, Corral de Calatrava, Cáceres, Almadén, Valdeazogues-Puertollano, Santa Cruz de Mudela, Sierra de San Pedro, Guadalmez and La Codosera, as well as along the northern flank of the Los Pedroches synclinorium. Silurian exposures at the Obejo-Valsequillo Domain are restricted to very few and disconnected outcrops.

Even though some authors consider the Silurian of the Obejo-Valsequillo Domain as a simple paleogeographic extension of the Silurian of the Central Iberian shelf, its sedimentary and paleobiogeographic affinities displays some resemblance with the Silurian sequence known in the Ossa Morena Zone, located to the southwest.

A comprehensive literature review covers 150 articles or monographs which mention the record of Silurian rocks in the southern Central Iberian Zone, and more than 50 maps which consider different cartographic units attributed to this system. In spite of these abundant references, the stratigraphic and paleontological knowledge of the Silurian succession sequence in the region, has so far been highly heterogeneous and updated outdated when compared to the remaining Paleozoic systems cropping out in the Iberian Massif.

The Silurian succession of Central Iberian shallow-water type is exclusively siliciclastic and presents a variable thickness on each Variscan syncline, even though it shows a relative facies homogeneity with three successive units which, are from base to top: a) sandstones and quartzites, metric to decametric in thickness (absent locally), ranging from the latest Ordovician to the base of the Silurian; b) black graptolitic shales (10-150 m), usually Llandovery-Wenlock; and c) alternating black shales, siltstones, sandstones and quartzites (from 200-400 m to more than 1000 m thick), sometimes with interbedded igneous rocks, in which the Silurian-Devonian boundary is located. From a lithostratigraphic point of view, the two first units are the Criadero Quartzite and the Guadarranquejo Shale formations respectively, both reaching regional extension. The third unit varies its characteristics between synclines or group of synclines, so that it is not possible to establish the degree of applicability of the numerous local names that have been used by different authors (Volcano-sedimentary beds, Malva sandstones, La Corchada alternances, Guadarranque Formation, etc.). Therefore, we prefer to treat it informally as an "Alternation of shales, sandstones and quartzites," whose age and chronostratigraphic correlation is still problematic, due to the almost total absence of informative paleontological remains. The record of abundant volcanic and subvolcanic rocks along all the Silurian succession is especially frequent in certain structures (Valdeazogues-Puertollano and Almadén synclines), being more common and widespread in the two upper Silurian or Siluro-Devonian units at a regional scale.

The biostratigraphic study has been carried out in 130 sections and isolated paleontological localities, involving a total of more than 380 fossiliferous horizons. These are essentially recorded from graptolitic shales (Guadarranquejo Formation and equivalents), followed by sites located in the lower part of the succeeding unit of sandy alternations and, by very rare occurrences in the Criadero Quartzite. In the Obejo-Valsequillo domain, biostratigraphic data are limited to very few localities and sections, involving late Silurian levels, which intercalate the only calcareous beds known from the entire region.

Among the studied fossils, graptolites are the group with the greatest biostratigraphic interest. In ascending stratigraphic order, we have characterized one biostratigraphic unit of Aeronian age (*Lituigraptus convolutus* Biozone), seven of Telychian (*Rastrites linnaei*, *Spirograptus turriculatus*, *Streptograptus crispus*, *Monoclimacis griestoniensis*, *Torquigraptus tullbergi*, *Oktavites spiralis* and *Cyrtograptus lapworthi* biozones), four of

Sheinwoodian (*Cyrtograptus purchisoni*, *Monograptus riccartonensis*, *Monograptus belophorus*-*C. rigidus* and *C. perneri*-*C. ramosus* biozones), one of Homerian (*Cyrtograptus lundgreni* Biozone), one of Ludfordian (*Saetograptus linearis* (?) Biozone) and one of Pridoli age (*Neocolonograptus parultimus*-*N. ultimus* Biozone). In the facies of graptolitic shales of the Telychian-Sheinwoodian range interval, the *Pterospathodus celloni* and *P. amorphognathoides* conodont biozones are also recognized, providing a lesser degree of biostratigraphic resolution.

From a taxonomic point of view, the paleontological study allowed the recognition of 126 different forms of planktonic graptolites, most of which are illustrated and briefly described. Also, the review of numerous new taxa proposed for the area by Hernández-Sampelayo (1960) was undertaken, reaching the conclusion that they all deserve to be considered as *Graptolithina nomina oblita*. The taxonomic work also undertook the review of original material of graptolites derived from other previous works, which their authors had deposited in various Spanish museums and collections.

In addition to graptolites, in the present work we have investigated the paleodiversity of the remaining fossil groups represented in the Silurian of the studied area. These include, among others, arthropods (eurypterids, trilobites, phyllocarids and ostracods), molluscs (cephalopods, gastropods and bivalves), brachiopods (rhynchonelliformean and linguliforms), echinoderms (crinoids), cnidarians, annelids (machaeridians), cornulitids, P-microfossils (conodonts) and some ichnofossils. Among invertebrate non-graptolite groups, only a small part could be taxonomically identified, being recorded for the first time in Spain –or from Central Iberian Zone– several species of brachiopods, bivalves and ostracods, as well as some loxonematacean and neritimorph archaeogastropods, and pterothecid bellerophonitoids. Eurypterid and cephalopod material is briefly described at typological level, determining the presence of two taxa of pterygotids, in the first case, and seven morphotypes of ortoceratids, in the second.

Finally, paleontological assemblages allow different paleoecologic and paleogeographic assertions. The graptolite record is ascribed to the shallow water biofacies of the Peri-Gondwanan Europe graptolite province of Štorch (1998), with a production of anoxic bottoms by stratification of water masses in areas of high organic productivity on the epipelagic shelf, close to areas of upwelling. On the other hand, the Llandovery to Ludlow assemblages of bivalves and brachiopods are the characteristic from the peri-Gondwanan area, displaying many elements in common with the assemblages from Bohemia, Sardinia, Carnic Alps, Armorican Massif and North Africa. These paleobiogeographical relationships become stronger and most evident during the Ludlow and Pridoli along the sectors located south of the axis of Los Pedroches, where the only Silurian limestone beds recognized throughout the work area were deposited.

## Conclusions

The analysis of previous works has allowed to set up eight historical stages in the knowledge studies of the Silurian materials of the studied area, the first of which began

in 1834, with the work that Frédéric Le Play published in France about the geology of Extremadura and western Andalucía.

The Silurian succession of Central Iberian type is exclusively siliciclastic and displays relative facies homogeneity with three consecutive units: the Criadero Quartzite Formation, Guadarranquejo Shale Formation and an "Alternation of shales, sandstones and quartzites", whose age and chronostratigraphic affiliation are problematic.

To the south of the Los Pedroches batholith, in the Obejo-Valsequillo Domain, the Silurian succession, although partially known, seems to have certain similarities with the Ossa Morena Zone.

The biostratigraphic study was based mainly on the abundant graptolite data recorded from numerous sections and individual sites located most of them in the Guadarranquejo Shales formation and, to a lesser extent, in the lower part of the "Alternation of shales, sandstones and quartzites" and in the upper part of the Criadero Quartzite formation. Fifteen biozones have been identified between the Aeronian and the Pridoli, based on graptolites from different Silurian levels. In addition to the graptolites, the paleodiversity of the other fossil groups was investigated and several species of brachiopods, bivalves, ostracods, and gastropods were identified for the first time in Spain or in the Central Iberian Zone. In the Obejo-Valsequillo Domain it is important to highlight the findings of the latest fossil associations of the Silurian in calcareous materials, the only ones in the studied region.

From a paleoecologic and paleogeographic point of view, the graptolitic assemblages, as well as associations of brachiopods and bivalves, are typical of the peri-Gondwanan area.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar aquí, en primer lugar, mi más sincero y total agradecimiento a mi director, el Dr. Juan Carlos Gutiérrez-Marco (IGEO-CSIC), por haberme ayudado y acompañado durante estos largos años que ha durado mi formación; haber confiado en mi capacidad para realizar esta empresa y haberme brindado todos sus conocimientos y su experiencia, además de los medios y recursos que he necesitado. Soy perfectamente consciente del enorme esfuerzo que ha supuesto para él aportarme su inestimable ayuda.

También quiero destacar la gran ayuda que han supuesto para la realización de esta Tesis doctoral toda la información del material centroibérico estudiado proporcionada por diversos especialistas en fósiles del Silúrico: Dave A. T. Harper, del “Museum of Natural History of Denmark”; Jiří Kříž, de la “Division of Regional Geology of Sedimentary Formations, Czech Geological Survey”; Vicent Perrier del “Department of Geology, University of Leicester”; José Manuel Piçarra d’Almeida, de la “Unidade de Geologia e Cartografia Geológica do Laboratório Nacional de Energia e Geologia” de Portugal; Graciela Noemí Sarmiento, del “Departamento de Paleontología de la Universidad Complutense de Madrid”; Petr Štorch, del “Institute of Geology, Academy of Sciences of the Czech Republic”.

Mi agradecimiento a los responsables del Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid y del Instituto de Geociencias (centro mixto entre el Consejo superior de Investigaciones Científicas y la Universidad Complutense) en cuyas instalaciones y con cuya infraestructura llevé a cabo parte de las actividades investigadoras que se han realizado durante la elaboración de esta Tesis doctoral. Entre los miembros más comprometidos con mi labor quiero destacar al Dr. Pedro Herranz Araujo y, de nuevo, a la Dra. Graciela Noemí Sarmiento por sus consejos y la excelente disposición ante mis preguntas y dudas.

A Michel Robardet, del “Institut de Géologie de l’Université de Rennes I” (Francia), por haberme proporcionado un interesante material graptolítico de algunas localidades de la Tesis doctoral.

Al Dr. Artur Abreu Sá, del “Departamento de Geologia, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro” (Vila Real, Portugal), del debo agradecer sus enseñanzas y consejos sobre el manejo de los programas informáticos que me permitieron preparar las figuras y láminas de la tesis.

A la Dra. Isabel Rábano, directora del Museo Geominero del Instituto Geológico y Minero, por facilitar material histórico de la zona de trabajo depositado en los fondos del museo.

Al Centro de Microscopía Electrónica “Luis Brú” de la Universidad Complutense de Madrid, donde realizamos las microfotografías de Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) que ilustran este trabajo, así como los análisis con Espectrometría de Dispersión de Energía de Rayos-X (EDAX).

A Carlos Alonso Recio, fotógrafo del Departamento de Paleontología de la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM, por el laborioso trabajo llevado a cabo, realizando

centenares de fotografías de las cuales se seleccionaron las que componen las láminas de la tesis.

A Miguel Calderón Moreno, de Belmez (Córdoba), por la información sobre algunos nuevos yacimientos de fósiles silúricos del norte de la provincia de Córdoba.

A Francisco José Rodríguez García, becario del Departamento de Ingeniería Geológica y Minera de la Universidad de Castilla-La Mancha, a cuyos conocimientos informáticos debo el resultado final de edición de la tesis.

A Óscar Sanisidro, del Museo Nacional de Ciencias Naturales, por la estupenda recreación de un ecosistema marino silúrico que reproducimos en la portada.

A mis compañeros del Departamento de Ingeniería Geológica y Minera en Almadén por haberme permitido compaginar mis trabajos para la tesis con las actividades docentes y administrativas propias del departamento y por el espacio puesto a mi disposición en sus instalaciones, lo que me permitió llevar a cabo gran parte de los trabajos de laboratorio.

Por último, tengo que señalar que los trabajos llevados a cabo en esta tesis han sido parcialmente financiados con fondos de los proyectos CGL2006-07628/BTE (Patrimonio paleontológico del Ordovícico y Silúrico del Macizo Hespérico: su puesta en valor como georrecurso científico y cultural en áreas naturales protegidas) y CGL2012-39471 (IBEROR), financiados por el Ministerio de Economía y Competitividad, a través del Plan Nacional de I+D+i.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

---

<b>RESUMEN</b> .....	<b>i</b>
<b>EXTENDED ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>vii</b>
<b>1 PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS</b> .....	<b>1</b>
<b>2 MARCO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO</b> .....	<b>3</b>
<b>3 METODOLOGÍA</b> .....	<b>11</b>
<b>4 ANTECEDENTES ESTRATIGRÁFICO-PALEONTOLÓGICOS</b> .....	<b>13</b>
4.1 EL SISTEMA SILÚRICO .....	13
4.2 ETAPAS HISTÓRICAS EN EL CONOCIMIENTO DEL SILÚRICO DE LA REGIÓN SURCENTROIBÉRICA.....	86
<b>5 ESTRATIGRAFÍA Y YACIMIENTOS</b> .....	<b>89</b>
5.1 INTRODUCCIÓN .....	89
5.2 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DIFERENCIADAS AL NORTE DEL EJE DE LOS PEDROCHES (ZONA CENTROIBÉRICA <i>sensu stricto</i> ).....	89
5.2.1 Formación Cuarcita del Criadero y equivalentes (“formaciones” Castellar y Jabonero) .....	90
5.2.2 Pizarras negras ampelíticas con graptolitos. Formación Guadarranquejo.....	95
5.2.3 Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas (localmente con intercalaciones de rocas ígneas). .....	99
5.3 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DIFERENCIADAS AL SUR DEL EJE DE LOS PEDROCHES (DOMINIO OBEJO-VALSEQUILLO).....	108
5.4 YACIMIENTOS PALEONTOLÓGICOS ESTUDIADOS.....	113
<b>6 ESTUDIO PALEONTOLÓGICO</b> .....	<b>115</b>
6.1 INTRODUCCIÓN .....	115
6.2 GRAPTOLITOS .....	115
6.2.1 Graptolitos: características generales y conservación .....	115
6.2.2 Sistemática de graptolitos .....	119
Género <i>Normalograptus</i> Legrand, 1987, emend. Melchin <i>et al.</i> , 2011 .....	120
Género <i>Metaclimacograptus</i> Bulman & Rickards, 1968, emend. Melchin <i>et al.</i> , 2011 .....	122
Género <i>Rhaphidograptus</i> Bulman 1936, emend. Melchin <i>et al.</i> , 2011 .....	125
Género <i>Pseudoglyptograptus</i> Bulman & Rickards, 1968 .....	126
Género <i>Parapetalolithus</i> Koren & Rickards, 1996 .....	127
Género <i>Glyptograptus</i> Lapworth, 1873 .....	132
Género <i>Comograptus</i> Obut y Sobolevskaya, 1968 .....	133
Género <i>Retiolites</i> Barrande, 1850; emend. Lenz & Melchin, 1987.....	136
Género <i>Stomatograptus</i> Tullberg, 1883; emend. Lenz & Melchin, 1987 .....	138
Género <i>Pseudoplegmograptus</i> Přibyl, 1948.....	139
Género <i>Pseudoretiolites</i> Bouček & Münch, 1943; emend. Lenz & Melchin, 1987 .....	140
Género <i>Paraplectograptus</i> Přibyl, 1948; emend. Lenz & Melchin, 1987.....	141
Género <i>Sokolovograptus</i> Obut & Zaslavskaya, 1976.....	141
Género <i>Pristiograptus</i> Jaekel, 1889.....	142
Género <i>Campograptus</i> Obut, 1949, emend. Štorch, 1998.....	153
Género <i>Streptograptus</i> Yin, 1937, emend. Loydell, 1990.....	155

Género <i>Mediograptus</i> Bouček & Příbyl, 1948.....	161
Género <i>Stimulograptus</i> Příbyl & Štorch, 1983 .....	162
Género <i>Monograptus</i> Geinitz, 1852.....	170
Género <i>Lituigraptus</i> Ni, 1978, emend. Štorch, 1998 .....	186
Género <i>Torquigraptus</i> Loydell, 1993 .....	187
Género <i>Spirograptus</i> Gürich, 1908.....	193
Género <i>Oktavites</i> Levina, 1928.....	195
Género <i>Rastrites</i> Barrande, 1850.....	197
Género <i>Cochlograptus</i> Obut, 1987 .....	200
Género <i>Euroclimacis</i> Štorch, 1998 .....	201
Género <i>Monoclimacis</i> Frech, 1897 .....	203
Género <i>Colonograptus</i> Příbyl, 1942 .....	211
Género <i>Neocolonograptus</i> Urbanek, 1997.....	212
Género <i>Saetograptus</i> Příbyl, 1943 .....	213
Género <i>Lapworthograptus</i> Bouček & Příbyl, 1952 .....	214
Género <i>Paradiversograptus</i> Sennikov, 1976.....	215
Género <i>Diversograptus</i> Manck, 1923 .....	216
Género <i>Barrandeograptus</i> Bouček, 1933 .....	218
Género <i>Cyrtograptus</i> Carruthers, 1867.....	219
MONOGRAPTIDAE GEN. ET SPP. INDET. ....	224
GRAPTOLITHINA NOMINA OBLITA.....	230

### 6.3 OTROS GRUPOS FÓSILES.....256

6.3.1 Filo Arthropoda.....	256
6.3.1.1 Euriptéridos.....	256
6.3.1.2 Trilobites.....	261
6.3.1.3 Filocáridos .....	262
6.3.1.4 Ostrácodos .....	263
6.3.2 Filo Mollusca.....	265
6.3.2.1 Gasterópodos .....	265
6.3.2.2 Cefalópodos .....	266
6.3.2.3 Bivalvos .....	270
6.3.3 Filo Brachiopoda.....	275
6.3.4 Filo Echinodermata .....	278
6.3.5 Filo Cnidaria.....	280
6.3.6 Filo Annelida.....	280
6.3.7 Cornulítidos.....	281
6.3.8 Microfósiles.....	282
6.3.9 Icnofósiles .....	284

## 7 BIOESTRATIGRAFÍA (GRAPTOLITOS)..... 287

### 7.1 LLANDOVERY.....290

7.1.1 Rhuddaniense .....	290
7.1.2 Aeroniense.....	293
7.1.2.1 Biozona de <i>Lituigraptus convolutus</i> .....	293
7.1.3 Telychiense.....	294
7.1.3.1 Biozona de <i>Rastrites linnaei</i> .....	294
7.1.3.2 Biozona de <i>Spirograptus turriculatus</i> .....	296
7.1.3.3 Biozona de <i>Streptograptus crispus</i> .....	296
7.1.3.4 Biozona de <i>Monoclimacis griestoniensis</i> .....	297
7.1.3.5 Biozona de <i>Torquigraptus tullbergi</i> .....	297
7.1.3.6 Biozona de <i>Oktavites spiralis</i> .....	298
7.1.3.7 Biozona de <i>Cyrtograptus lapworthi</i> .....	299
7.1.3.8 Biozonas de <i>Cyrtograptus insectus</i> y de <i>Cyrtograptus centrifugus</i> .....	299



<b>7.2</b>	<b>WENLOCK</b> .....	<b>299</b>
7.2.1	Sheinwoodiense.....	299
7.2.1.1	Biozona de <i>Cyrtograptus murchisoni</i> .....	299
7.2.1.2	Biozona de <i>Monograptus riccartonensis</i> (¿y de <i>Pristiograptus dubius</i> ?) .....	300
7.2.1.3	Biozona de <i>Monograptus belophorus</i> - <i>Cyrtograptus rigidus</i> .....	300
7.2.1.4	Biozona de <i>Cyrtograptus perneri</i> - <i>Cyrtograptus ramosus</i> .....	300
7.2.2	Homeriense.....	301
7.2.2.1	Biozona de <i>Cyrtograptus lundgreni</i> .....	301
<b>7.3</b>	<b>LUDLOW</b> .....	<b>301</b>
<b>7.4</b>	<b>PRIDOLI</b> .....	<b>302</b>
<b>7.5</b>	<b>BIOESTRATIGRAFÍA DE EVENTOS</b> .....	<b>302</b>
<b>8</b>	<b>BIOESTRATIGRAFÍA (OTROS GRUPOS FÓSILES)</b> .....	<b>305</b>
<b>9</b>	<b>PALEOECOLOGÍA</b> .....	<b>307</b>
<b>10</b>	<b>PALEOBIOGEOGRAFÍA</b> .....	<b>309</b>
<b>11</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>313</b>
<b>12</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>317</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

<b>Fig. 1.</b> Distribución de las hojas geológicas del Plan MAGNA donde aparecen afloramientos de rocas silúricas. ....	5
<b>Fig. 2.</b> Situación geológica de la zona de trabajo. ....	5
<b>Fig. 3.</b> Cartografía geológica general de la zona de estudio y situación de los sinclinales con afloramientos silúricos. ....	6
<b>Fig. 4.</b> Distribución de los afloramientos de rocas silúricas en la parte meridional de la Zona Centroibérica. En el Dominio Obejo-Valsequillo la situación es exclusivamente geográfica. ....	8
<b>Fig. 5.</b> Reproducción de la portada y lista de graptolitos del trabajo de Prado (1855) y Verneuil y Barrande (1855) y de la lista de fósiles silúricos de Ciudad Real de Cortázar (1880). ....	14
<b>Fig. 6.</b> Reproducción de la Lámina 7 de la <i>Sinopsis</i> de Mallada (1875a). ....	15
<b>Fig. 7.</b> “ <i>Climacograptus minutus</i> ” (= <i>Metaclimacograptus?</i> sp.), el primer graptolito silúrico ilustrado en la Zona Centroibérica española (Hernández Sampelayo (1926). ...	18
<b>Fig. 8.</b> Reproducción de los graptolitos silúricos ilustrados por Henke y Hundt (1926). ....	20
<b>Fig. 9.</b> Reproducción de la lámina de graptolitos del Silúrico centroibérico de Haberfelner (1931). ....	21
<b>Fig. 10.</b> Reproducción de graptolitos silúricos procedentes de la ciudad de Cáceres (Kindelan <i>et al.</i> , 1949). ....	24
<b>Fig. 11.</b> Ilustraciones originales de graptolitos silúricos procedentes del sinclinal de Guadarranque (Ramírez y Ramírez, 1955). ....	25
<b>Fig. 12.</b> Taxones de graptolitos ordovícicos citados por Hernández Sampelayo (1960) en los materiales silúricos de la región de Almadén. ....	28
<b>Fig. 13.</b> Reproducción de uno de los graptolitos silúricos de Almadén, ilustrado por Almela <i>et al.</i> (1962). ....	30
<b>Fig. 14.</b> Reproducción de la lámina con graptolitos de la región de El Centenillo (Jaén), original de Tamain (1972). ....	41
<b>Fig. 15.</b> Reproducción de las ilustraciones de graptolitos silúricos aportados por Lauret (1974) (El Entredicho, Almadenejos, Ciudad Real). ....	43
<b>Fig. 16.</b> Reproducción de algunos graptolitos del Wenlock del sinclinal de Guadarranque ilustrados por Gil Cid <i>et al.</i> (1976). ....	45
<b>Fig. 17.</b> Graptolitos de los géneros <i>Euroclimacis</i> , <i>Stimulograptus</i> , <i>Streptograptus</i> , <i>Diversograptus</i> , <i>Oktavites</i> y <i>Mediograptus</i> ; ilustraciones reproducidas de Štorch (1998b) y Loydell <i>et al.</i> (2009). ....	76
<b>Fig. 18.</b> Graptolitos de los géneros <i>Parapetalolithus</i> , <i>Torquigraptus</i> , <i>Metaclimacograptus</i> , <i>Cyrtograptus</i> , <i>Pristiograptus</i> , <i>Monoclimacis</i> y <i>Monograptus</i> ; ilustraciones reproducidas de Štorch (1998b) y Loydell <i>et al.</i> (2009). ....	78

<b>Fig. 19.</b> Correlación entre los principales términos litoestratigráficos utilizados por diferentes autores en las distintas estructuras variscas de la región surcetroibérica, al norte del eje de Los Pedroches.....	90
<b>Fig. 20.</b> Esquema de correlación entre las distintas secciones silúricas de la región surcentroibérica con hincapié en la nomenclatura de las unidades cuarcíticas y alternancias superiores reconocidas en distintos ámbitos. ....	92
<b>Fig. 21.</b> Cuadro de correlación entre las unidades litoestratigráficas diferenciadas sucesivamente en el sinclinal de Herrera del Duque (Badajoz).....	103
<b>Fig. 22.</b> Correlación entre las unidades litoestratigráficas descritas por los distintos autores en los sinclinales de Almadén-Valdeazogues-Puertollano-Guadálmez-Solana del Pino. ....	104
<b>Fig. 23.</b> Equivalencias aproximadas entre la nomenclatura estratigráfica propuesta por los distintos autores en el área de Castuera-Solana del Pino, perteneciente al flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.....	105
<b>Fig. 24.</b> Correlación entre las unidades estratigráficas y cartográficas propuestas para el área de Fuencaliente-El Centenillo (flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches), sectores de Sierra Morena oriental y sinclinar de Santa Cruz de Mudela.....	105
<b>Fig. 25.</b> Equivalencia entre las distintas unidades silúricas propuestas por distintos autores en el sinclinal de Corral de Calatrava.....	106
<b>Fig. 26.</b> Equivalencia entre las distintas unidades silúricas propuestas en el sinclinal de Cañaveral-Monfragüe. ....	106
<b>Fig. 27.</b> Correlación entre las unidades estratigráficas diferenciadas por distintos autores en el silúrico del sinclinal de Guadarranque. ....	107
<b>Fig. 28.</b> Correlación entre las unidades silúricas propuestas en el sinclinal de Cáceres.....	107
<b>Fig. 29.</b> Equivalencia entre las unidades silúricas propuestas por distintos autores para el Silúrico del sinclinal de la Sierra de San Pedro .....	108
<b>Fig. 30.</b> Columnas esquemáticas de la sucesión silúrica en diferentes secciones del Dominio Obejo-Valsequillo.....	110
<b>Fig. 31.</b> Equivalencia entre las unidades estratigráficas paleozoicas diferenciadas en el sector español del sinclinal de La Codosera (Badajoz) por los distintos autores.....	111
<b>Fig. 32.</b> Microanálisis por espectroscopía de rayos X con energía dispersiva (EDAX) realizados en el material fosilizante del yacimiento de la Loc. 49 (Los Toriles, Fm. Cuarcita del Criadero del sinclinal de Almadén). ....	118
<b>Fig. 33.-</b> Taxones nuevos de graptolitos biserials, propuestos por Hernández Sampelayo (1960) en el Silúrico centroibérico, y propuestos como <i>nomina oblita</i> . ....	248
<b>Fig. 34.-</b> Taxones nuevos de graptolitos enunciados por Hernández Sampelayo (1960), en el Silúrico centroibérico, y propuestos como <i>nomina oblita</i> .....	250
<b>Fig. 35.-</b> Taxones nuevos de Monograptidos ( <i>nomina oblita</i> ) propuestos por Hernández Sampelayo (1960) en el Silúrico centroibérico. ....	252

<b>Fig. 36.-</b> Taxones nuevos de Monograptidos, propuestos por Hernández Sampelayo (1960) en el Silúrico de la región de Almadén considerados aquí como <i>nomina oblita</i> .....	254
<b>Fig. 37.</b> Cuadro de correlación de biozonas de Lapworth y Elles y Wood (1913).....	287
<b>Fig. 38.</b> Tabla de correlación de biozonas de graptolitos del Llandovery (Silúrico), reproducida de Loydell (2012), con datos de distintos autores.....	288
<b>Fig. 39.</b> Tabla de correlación de biozonas de graptolitos del Wenlock (Silúrico), reproducida de Loydell (2012), con datos de distintos autores.....	289
<b>Fig. 40.</b> Distribución temporal de todos los taxones reconocidos en la zona de trabajo, junto a su correspondencia con las unidades bioestratigráficas.....	290

# 1 PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS

Como sostienen diversos autores, el Silúrico continúa siendo hoy en día el sistema geológico peor conocido de todos los representados en la Península Ibérica, debido principalmente a la escasez de fósiles determinativos y a la aparente uniformidad de facies sedimentarias. Ambos factores han condicionado un nivel simplista de conocimientos y el mantenimiento de ideas erróneas de tipo cronoestratigráfico, sedimentológico y paleobiogeográfico (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2001, pág. 96).

En la parte meridional de la Zona Centroibérica española, los materiales silúricos constituyen afloramientos de extensión reducida, en el núcleo de los sinclinales variscos que configuran buena parte de las macroestructuras características de la región (Martínez Poyatos *et al.*, 2004b). Los registros del Silúrico al sur del eje de Los Pedroches son puntuales y se hallan desconectados entre sí, en un contexto estructural mucho más complejo, que dificulta el análisis estratigráfico (Martínez Poyatos, 2002).

Las síntesis estratigráficas más recientes del Silúrico ibérico (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1998; Robardet y Gutiérrez-Marco, 2002) establecen una sucesión “iberotípica” para la región situada al norte del eje de Los Pedroches, donde no existen rocas calcáreas y que se subdivide, a grandes rasgos, en: a) una cuarcita basal de espesor métrico, donde se determina el tránsito Ordovícico-Silúrico; b) una unidad muy ubicua de pizarras negras graptolíticas (10-150 m); y c) una sucesión superior con predominio arenoso (200-400 m), que registra el tránsito Silúrico-Devónico, y en la que normalmente alternan cuarcitas y pizarras y puede haber intercalaciones de rocas volcánicas. Por otra parte, los afloramientos puntuales del Silúrico localizados al sur de Los Pedroches (Zona “Lusitano-Mariánica” de Herranz *et al.*, 1999a; San José *et al.*, 2004), recuerdan considerablemente a algunas sucesiones de la Zona de Ossa-Morena, donde se depositaron calizas pelágicas y pizarras con nódulos calcáreos durante las series Ludlow y Pridoli (Jaeger y Robardet, 1979; Robardet y Gutiérrez-Marco, 2004).

Desde el punto de vista paleontológico, existen contados estudios centrados en el Silúrico de la región surcentroibérica, en su mayoría muy antiguos y desactualizados, salvo los trabajos de Štorch (1998b) y Loydell *et al.* (2009), sobre graptolitos del Llandovery y Wenlock (el segundo aporta también datos de conodontos); Kříž (2005), sobre un yacimiento de bivalvos telychienses; y García Palacios y Rábano (1996), sobre el registro aislado de un trilobites del Telychiense. Habermehl (1931) y tres de los trabajos que acabamos de citar describieron especies nuevas de graptolitos y bivalvos, que con posterioridad se encontraron en otras áreas españolas e incluso extranjeras.

La ausencia generalizada de estudios estratigráficos de detalle, y el gran potencial de la región para investigaciones paleontológicas, apenas esbozados hasta ahora, nos llevaron a plantear un trabajo de tesis generalista que revisara, bajo un criterio uniforme y actualizado, la mayoría de los afloramientos silúricos cartografiados o detectados en estudios previos, pero casi nunca tratados en detalle.

El objetivo principal de este trabajo atiende, pues, a ambas premisas (estratigrafía y paleontología del Silúrico surcentroibérico), comenzando con un análisis exhaustivo de todos los antecedentes publicados para la región, con hincapié en los aspectos más útiles de la bioestratigrafía de graptolitos para la datación y correlación de las distintas

unidades investigadas. Asimismo, nuestro trabajo pretende aportar datos nuevos sobre los restantes grupos fósiles asociados a los graptolitos, cuyo conocimiento se restringía hasta ahora a ciertos conodontos, bivalvos y trilobites.

En función de los resultados obtenidos se tratará, además, de integrar la sucesión silúrica centroibérica en los modernos esquemas paleogeográficos y de correlación internacional.

## 2 MARCO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

El área de estudio se reparte por seis provincias pertenecientes a tres comunidades autónomas: Extremadura (Cáceres, Badajoz), Castilla-La Mancha (Ciudad Real, Toledo) y Andalucía (Córdoba, Jaén), ubicadas en la parte centro-meridional de la Meseta Ibérica. Los afloramientos investigados se distribuyen en 53 hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 (Fig. 1).

Desde el punto de vista geológico, los materiales silúricos analizados se encuadran principalmente en la parte meridional de la Zona Centroibérica (Fig. 2), dentro del Dominio de los Pliegues Verticales de Díez Balda *et al.* (1990), renombrado como Dominio del Complejo Esquisto-grauváquico por Martínez Catalán *et al.* (2004). Ambos integran, como sector más meridional de la Zona Centroibérica, el llamado Dominio Obejo-Valsequillo (Delgado Quesada *et al.*, 1977), también con afloramientos silúricos, y localizado al sur de la alineación magmática Alburquerque- Pedroches (o, abreviadamente, Eje o Batolito de Los Pedroches). Este último dominio ha sido diferenciado recientemente como una zona independiente del Macizo Ibérico (la “Zona Lusitano-Mariánica”), en base a criterios estructurales, estratigráficos y paleogeográficos (Herranz *et al.*, 1999a, 1999b; San José *et al.*, 2004).

En la parte meridional de la Zona Centroibérica, al norte de la banda de cizalla Puente Génave-Castelo de Vide (Martín Parra *et al.*, 2006), los materiales silúricos afloran en megaestructuras sinclinales, alargadas y estrechas, cuyos núcleos se vieron progresivamente más erosionados hacia el noreste, de modo que la sucesión silúrico-devónica se conserva tan sólo en los más meridionales. Estos sinclinales de ejes subhorizontales y planos axiales subverticales, en general sin vergencias definidas, tienen una orientación noroeste-sureste y se atribuyen a la tercera fase de deformación varisca (Martínez Poyatos *et al.*, 2004b, con referencias previas). Con posterioridad a ella, algunos pliegues se vieron afectados por cizallas dúctiles que incrementaron la deformación de las unidades fosilíferas, con reducción de espesores por laminación tectónica, repetición de tramos en una misma sucesión y replegamientos plásticos en las pizarras ampelíticas.

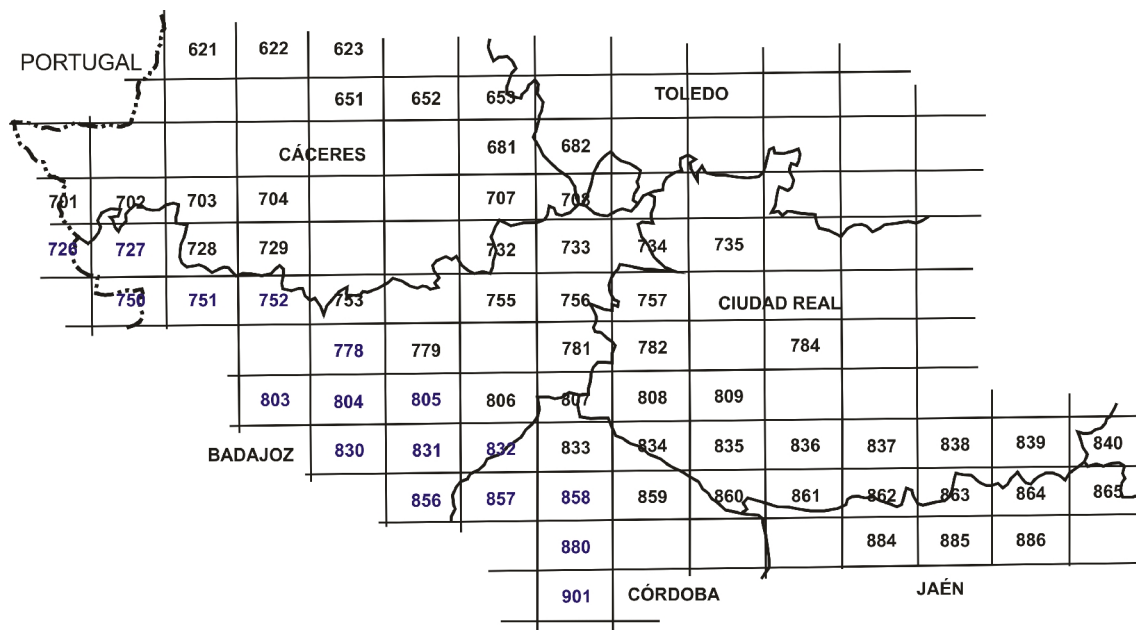
Los sinclinales estudiados con afloramientos silúricos, en una transversal noreste-suroeste, son los siguientes (Fig. 3): Cañaveral-Monfragüe, Guadarranque, Herrera del Duque, Corral de Calatrava, Almadén, Valdezogues-Puertollano, Santa Cruz de Mudela, Guadalmez, Cáceres, Sierra de San Pedro y Los Pedroches. En ellos hemos estudiado un gran número de secciones y yacimientos paleontológicos de interés, cuya posición se detalla en la Fig. 4 y se describe en el Anexo I.

Los materiales silúricos identificados al sur de la alineación magmática Alburquerque-Pedroches, se sitúan principalmente en el sinclinal de La Codosera (Badajoz), Zarza de Alange-Alange (Badajoz), Puerto Calatraveño (Alcaracejos, Córdoba), al sur de Alcaracejos (Córdoba) y al sureste de Valsequillo (Córdoba). Las cinco áreas se sitúan en la llamada Unidad Parautóctona (Martínez Poyatos, 2002) del Dominio Obejo-Valsequillo (o “Zona Lusitano-Mariánica”). De manera muy puntual, otros afloramientos con Silúrico fosilífero se localizan en la Unidad Alóctona meridional, en relación con ventanas tectónicas del parautóctono (en torno a Espiel y Villaharta, Córdoba: Apalategui Isasa *et al.*, 1985c; Martínez Poyatos, 2002), o bien en relación

con olistolitos incorporados al Carbonífero sinorogénico de la cuenca del Guadiato (Sarmiento y Gutiérrez-Marco, 1999; Matas *et al.*, 2014; Gutiérrez-Marco *et al.*, 2014).

A pesar de que algunos autores consideran al Silúrico del Dominio Obejo-Valsequillo en simple prolongación paleogeográfica con el Silúrico de la plataforma centroibérica, al norte del batolito de Los Pedroches, lo cierto es que encierra una mayor complejidad estratigráfica y paleogeográfica, incluso con similitudes con la sucesión de la Zona de Ossa Morena. Es por ello que los raros afloramientos con fósiles silúricos de la “Zona Lusitano-Mariánica” (Fig. 4, locs. 57 a 69) serán descritos aparte de los que componen la sucesión “iberotípica”.





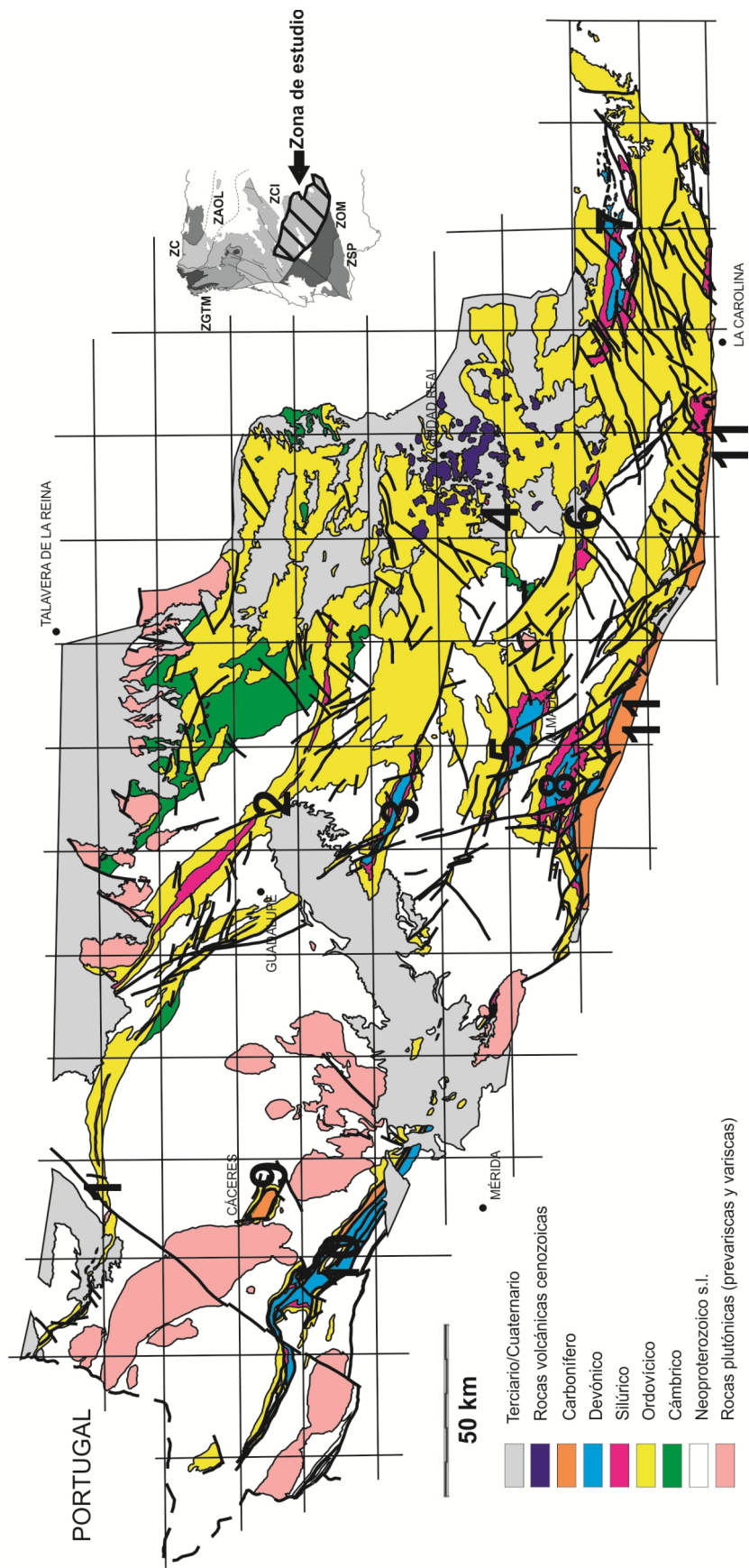
**Fig. 1.** Distribución de las hojas geológicas del Plan MAGNA donde aparecen afloramientos de rocas silúricas; en negro los de la parte meridional de la Zona Centroibérica, hasta la alineación magmática Alburquerque-Quintana-Los Pedroches, y en azul los del Dominio Obejo-Valsequillo.



**Fig. 2.** Situación geológica de la zona de trabajo, adaptado de Martínez Catalán *et al.* (2004, fig. 2.35).

**Fig. 3.** Cartografía geológica general de la zona de estudio y situación de los sinclinales con afloramientos silúricos.

- 1- Cañaveral-Monfragüe
- 2- Guadarranque
- 3- Herrera del Duque
- 4- Corral de Calatrava
- 5- Almadén
- 6- Valdeazogues-Puertollano
- 7- Santa Cruz de Mudela
- 8- Guadalmez
- 9- Cáceres
- 10- Sierra de San Pedro
- 11- Los Pedroches



**Fig. 4.** Distribución de los afloramientos de rocas silúricas en la parte meridional de la Zona Centroibérica, con mención a las localidades y secciones más representativas con yacimientos paleontológicos. En el Dominio Obejo-Valsequillo la situación es exclusivamente geográfica.

**Sinclinal de Guadarranque:** 1.- Sección de Navatrasierra; 2.- Secciones del Puerto de San Vicente y del arroyo Guadarranquejo; 3.- Afloramientos de la Apertura de la Muela (poblado del Pantano de Cijara, El Molinillo); 4.- Sección de Bohonal de los Montes.

**Sinclinal de Herrera del Duque:** 5.- Sección del Arroyo de la Colada; 6.- Localidad Valdecaballeros; 7.- Localidad Casa Ortiz (Valdecaballeros).

**Sinclinal de Corral de Calatrava:** 8.- Sección del río Jabalón; 9.- Sección de la confluencia de los ríos Guadiana y Jabalón; 10.- Sección de Puente Morena.

**Sinclinal de Almadén:** 11.- Afloramientos de Almadenejos (vía del ferrocarril); 12.- Sección del arroyo Avilero; 13.- Sección del arroyo del Lápiz; 14.- Afloramientos del Arroyo del Lápiz Sur; 15.- Localidad Los Toriles; 16.- Localidad Casa del Pielerero; 17.- Localidad El Peñoncillo; 18.- Sección del arroyo de la Ribera de Gargantiel; 19.- Localidades del cerro Peñarroya; 20.- Localidad Nueva Concepción; 21.- Sucesión del arroyo de Valsordo; 22.- Localidad arroyo de las Damas; 23.- Localidades de la mina de El Entredicho; 24.- Localidades de la mina de Almadén y su entorno.

**Sinclinal de Valdeazogues-Puertollano:** 25.- Afloramientos del área de Valdeazogues; 26.- Sección de Retamar; 27.- Localidades de Ojailén- Brazatortas; 28.- Localidad de la Cañada de Cantohincado.

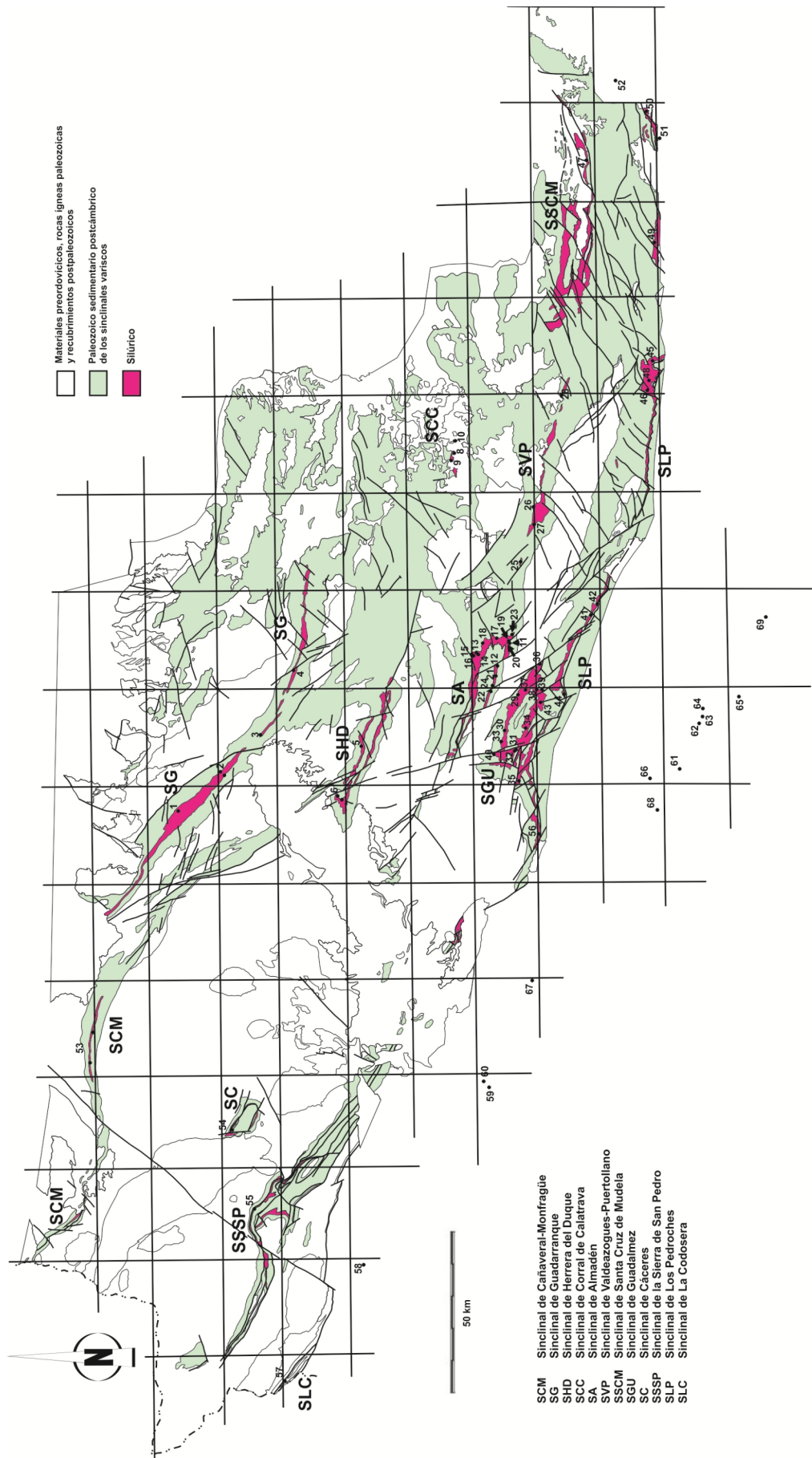
**Sinclinal de Santa Cruz de Mudela:** 47.- Localidades de la hoja MAGNA 839 (castillo de Montizón).

**Sinclinal de Guadalmez:** 29.- Secciones de la estación de Chillón; 30.- Sección de Guadalmez norte; 31.- Sección de la estación de Belalcázar; 32.- Localidad GM-H; 33.- Localidad GM-D (D-3); 34.- Localidad GM GRE (Cerro Gregorio); 35.- Secciones de la Estación de Las Cabras; 36.- Localidad GM AL (Alamillo); 37.- Localidad del Cruce (Loc. 12); 38.- Sección norte del río Guadalmez; 39.- Sección sur del río Guadalmez; 40.- Localidades de la cantera de El Molinillo.

**Flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches:** 41.- Sección de Puente Quebrada y localidad de la Ermita de la Virgen de Veredas; 42.- Localidad del arroyo de San Juan; 43.- Localidades GM PO (Santa Eufemia); 44.- Localidades GM EU (Santa Eufemia); 45.- El Centenillo (sondeo Fabriquilla IV); 46.- Localidades de la carretera a la colonia Selladores; 48.- Localidades de la hoja MAGNA 862; 49.- Localidades de la hoja MAGNA 863 (Torre Alver); 50.- Localidad 21-34 IN-GM-M14 (Hoja MAGNA 864); 51.- Localidad 21-34 IN-GM 05-01 M1 (Hoja MAGNA 864); 52.- Localidad 22-24 IN-GM-M5 (Hoja MAGNA 865).

**Otras localidades:** 53.- Localidades de la hoja MAGNA 623 (Bascones Alvira *et al.*, 1987a); 54.- Localidades de los alrededores de Cáceres (Kindelán *et al.* 1949; Corretgé y García de Figuerola, 1971); 55.- Localidades de Valdelasmanos (Cáceres) (Soldevila, 1992b); 56.- Localidad de la hoja MAGNA 806 (Prost-Dame, 1980).

**Dominio Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina:** 57.- Localidad de Pino de Valencia (Cáceres, Romariz, 1963); 58.- Localidad del embalse de la Peña del Águila (Badajoz, Soldevila, 1992a); 59.- Localidad de Alange (Badajoz); 60.- Localidad de Zarza de Alange (Badajoz); 61.- Localidad de Peñaladrones (Córdoba); 62.- Localidad del Puerto Calatraveño (Córdoba); 63.- Sección de Mina Guillermin (Córdoba); 64.- Localidad del pantano del Cortijo Nuevo (Córdoba); 65.- Localidad de Villaharta (Córdoba); 66.- Localidad de Mina Luisa (Hinojosa del Duque, Córdoba); 67.- Localidad al oeste de Valle de la Serena (Badajoz); 68.- Localidad de los Tres Mojones (La Granjuela, Córdoba) y 69.- Adamuz (Córdoba).





### 3 METODOLOGÍA

Los objetivos generales del trabajo, junto con la problemática y características del área a investigar, aconsejó la utilización de una metodología general de corte clásico, suficientemente contrastada, tanto para las labores geológicas como para las paleontológicas. De modo esquemático, el trabajo se ha llevado a cabo siguiendo las siguientes fases:

1. Recopilación bibliográfica inicial y actualización continuada de todos los estudios geológicos concernientes al área de trabajo. Para ello hemos recurrido a las bibliotecas de la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén (Universidad de Castilla-La Mancha, UCLM), Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid (UCM), Instituto de Geociencias (CSIC-UCM, Madrid), Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid e Instituto Geológico y Minero de España (IGME, Madrid). También nos servimos del archivo personal de separatas sobre geología regional y paleontología del director de la tesis y de los recursos electrónicos de las bibliotecas universitarias de la UCLM, UCM y CSIC. Algunos importantes trabajos e informes geológicos inéditos se obtuvieron en la biblioteca del IGME y en el Archivo Histórico de las Minas de Almadén, gestionado por la sociedad Minas de Almadén y Arrayanes S.A.
2. Trabajo de campo, desglosado en una etapa previa de planificación, con análisis de la documentación bibliográfica y cartográfica; y una fase fundamental de exploración de nuevos cortes e investigación detallada de los ya conocidos, con levantamiento de columnas estratigráficas y muestreos especializados (petrografía, macro y micropaleontología).
3. Etapa esencial de análisis y estudio de muestras en laboratorio y gabinete.
4. Fase de sistematización de datos y discusión continuada de resultados con el director de la tesis y otros especialistas.

La metodología paleontológica desarrollada es igualmente la clásica para el Paleozoico Inferior. Se exploraron esencialmente rocas siliciclásticas (pizarras, areniscas y cuarcitas) con macrofósiles de graptolitos y otros invertebrados, restringiéndose la preparación micropaleontológica a los escasos niveles de caliza y lumaquelas descubiertas durante los trabajos de campo. La mayor parte de los graptolitos y muchos restos de moluscos, braquiópodos, artrópodos, etc. se conservan aplastados y su preparación se limita a procedimientos mecánicos para eliminar los recubrimientos de matriz, utilizando agujas y percutores mecánicos. La limpieza se hizo mayoritariamente con agua y jabón, excepto algunos moldes ferruginosos que se sumergieron en soluciones diluidas de ácido clorhídrico en caliente. Una vez limpios, se procedió a la realización de moldes en elastómeros sobre aquellos ejemplares fósiles de mayor interés, que conservaban al menos parte del relieve original. La técnica más utilizada fue realizar vaciados en látex natural, coloreado con tinta china negra, a partir de los moldes externos e internos originales.

Para la búsqueda de microfósiles, se examinaron minuciosamente mediante lupas de mano (campo) y binoculares (laboratorio) cientos de superficies de estratificación en todo tipo de rocas detríticas de grano fino, obteniéndose los mejores resultados para ostrácodos y conodontos en las pizarras negras ampelíticas. Las escasas muestras calcáreas se trataron siguiendo el proceso estándar para la búsqueda de conodontos (Stone, 1987), que incluye disolución en ácido fórmico rebajado, tamización del residuo, concentración con líquidos densos y triado a la lupa binocular.

El estudio de los ejemplares de macro y microfósiles se realizó con ayuda de un microscopio estereoscópico con tubo de dibujo incorporado, y algunos ejemplares fueron estudiados con el microscopio electrónico de barrido. Las fotografías de microfósiles se realizaron con una cámara digital Canon EOS7D, con objetivo macro de 90 mm y fuente de aproximación de 10 Mb de resolución, en el Laboratorio de Fotografía del Departamento de Paleontología de la Universidad Complutense de Madrid. Los graptolitos aplastados en pizarras no requirieron ningún procedimiento especial, aparte de la iluminación adecuada, pero en su mayoría se fotografiaron sumergidos en agua a fin de aumentar su contraste frente a la matriz. Los ejemplares en relieve y los vaciados en látex de distintos invertebrados, se blanquearon con vapores de óxido de magnesio como paso previo a la fotografía.

Los microfósiles y una selección de muestras diversas se montaron en *stubs* de cobre para su estudio al microscopio electrónico de barrido (un Jeol JSM 6400), con sistema incorporado de microanálisis puntual semicuantitativo (EDAX) y macrofotografía digital. Las muestras de graptolitos y conodontos fueron antes metalizadas con oro o grafito, respectivamente. Estas tareas se desarrollaron en el Centro Nacional de Microscopía Electrónica “Luis Brú” de la Universidad Complutense.

Todas las fotografías de macro y microfósiles se trataron digitalmente con el programa Adobe Photoshop CS4. Una selección de las mismas sirvió para confeccionar las láminas paleontológicas, montadas con el programa CorelDraw X6 y depuradas mediante el programa Corel Photo-Paint X6.

Los fósiles ilustrados en esta tesis, junto con una selección de material no figurado, pero representativo de las localidades y secciones fosilíferas más importantes, han sido depositados en la colección paleontológica del Museo Geominero (IGME, Madrid). El resto del material permanece archivado en dependencias del Departamento de Ingeniería Minera e Industrial de la Escuela de Ingeniería Minera e Industrial de Almadén (Universidad de Castilla-La Mancha) en Almadén, Ciudad Real, como colecciones del autor.



## 4 ANTECEDENTES ESTRATIGRÁFICO-PALEONTOLÓGICOS

### 4.1 EL SISTEMA SILÚRICO

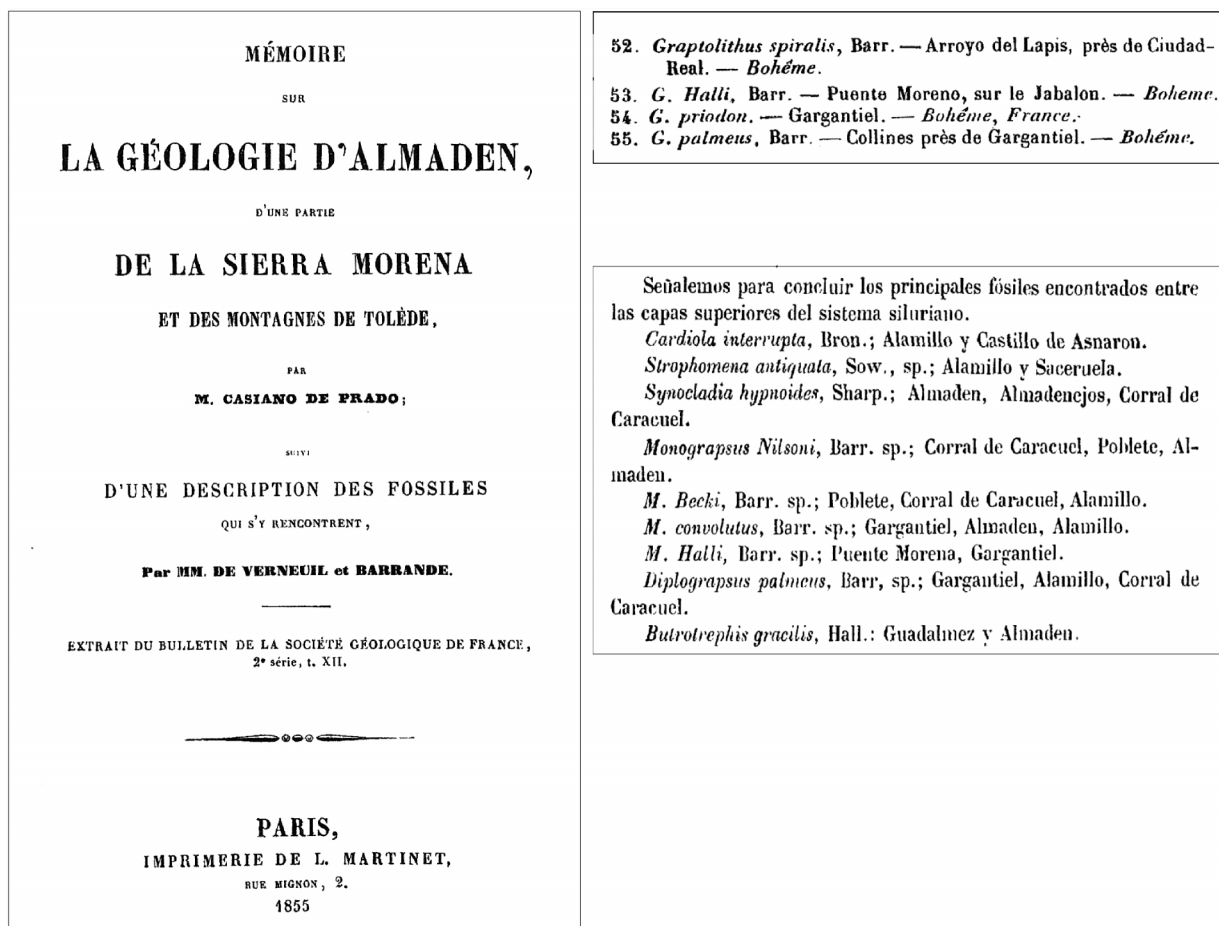
Las primeras referencias de fósiles paleozoicos en la región surcentroibérica se deben a Le Play (1834), quien encontró algunos braquiópodos que permitieron asignar al “terreno de Transición” (el comprendido entre el “terreno Primitivo” o ígneo-metamórfico y el “Secundario” de los autores alemanes), el famoso yacimiento de mercurio de Almadén, hasta entonces considerado del Triás (Boixereu Vila, 2008). Los hallazgos posteriores de trilobites y otros fósiles por parte de Ezquerria del Bayo (1838, 1844) confirmaron la existencia de otros fósiles paleozoicos, que poco después fueron referidos al Siluriano superior (Ezquerria del Bayo, 1847) y revisados, con nuevos hallazgos, por Verneuil (en Murchison, 1850; Anónimo, 1850). Este autor caracteriza la “fauna segunda” del Siluriano inferior en la región de Almadén y aporta los primeros datos sobre fósiles del Siluriano superior del norte de Córdoba. El terreno Silúrico o “Siluriano” había sido definido en 1839 en Gran Bretaña, pero hasta 1879 no se segregaba del mismo el Ordovícico (antiguo “Siluriano inferior”) como sistema independiente, a resultas de las disputas entre Sedgwick y Murchison (Secord, 1986).

En el área de estudio, el primer trabajo de detalle sobre el “terreno Silúrico” (*sensu lato*) y sus fósiles, es el de Prado (1855), que se completa con el apéndice paleontológico de Verneuil y Barrande (1855). El estudio describe la estratigrafía de los materiales asimilables al Siluriano inferior y al superior, y aporta las primeras identificaciones de fósiles de graptolitos “gotlandienses” (Fig. 5), por aquél entonces considerados todavía como parte de la “fauna segunda” de Barrande (Gutiérrez-Marco y Rábano, 2011).

En el terreno de la estratigrafía, Prado (1855) reconoce ya las distintas unidades silurianas, aunque su hallazgo de “bilobites” en el criadero de Almadén, introdujo errores en cuanto a la datación e interpretación de la estructura por parte de autores posteriores. Como “pizarras de librillo”, denomina a las pizarras negras muy finamente laminadas, en ocasiones con nódulos piritosos y graptolitos, reconocidos en algunos puntos dentro del área de trabajo: Almadén y Gargantiel (provincia de Ciudad Real), Herrera del Duque (provincia de Badajoz) y Corral de Caracul (= Corral de Calatrava, provincia de Ciudad Real), en este último también en nódulos. A los graptolitos se asocia frecuentemente “una pequeña Terebrátula y un Orthóceras”. También aporta datos sobre los materiales volcánicos silúricos del sinclinal de Almadén (“roca fraileasca”). Los graptolitos identificados por Verneuil y Barrande (1855) en el apéndice paleontológico y sus yacimientos originales, son los siguientes: *Graptolithus spiralis*, Barr. (Arroyo del Lapis -sic-, cerca de Ciudad Real), *Graptolithus Halli*, Barr. (Puente Moreno -sic-, sobre el Jabalón), *Graptolithus priodon* (Gargantiel) y *Graptolithus palmeus*, Barr. (colinas cerca de Gargantiel). Prado (1858) cita posteriormente *Cardiola interrupta* en asociación con graptolitos, en una localidad imprecisa de Sierra Morena, que situamos en la Zona Centroibérica.

El carácter estratégico de las minas de mercurio de Almadén llevó a Bernáldez y Rúa Figueroa (1861) a publicar nuevos estudios, que siguen fundamentalmente el patrón establecido por Casiano de Prado, con algunas aportaciones interesantes. La principal es reasignar los yacimientos de graptolitos al terreno Siluriano superior (en vez de al

inferior). En el paraje del arroyo del Lápiz (Gargantiel) reencuentran el *Graptolites spiralis* Barr. y mencionan por primera vez *G. palmeus* Bau. (sic), además de *Cardiola interrupta* y “una terebrátula” que les recuerda a *T. cuneata*. De ahí deducen que todos los terrenos que contienen graptolitos corresponden al Siluriano superior, aunque no estén acompañados de ningún otro fósil, lo mismo que la pizarra negra ampelitosa, que se divide en hojas muy delgadas, aun en ausencia de aquéllos.



**Fig. 5.** Reproducción de la portada (izquierda) y lista de graptolitos (arriba) del trabajo de Prado (1855) y Verneuil y Barrande (1855).

En la viñeta inferior derecha se reproduce la lista de fósiles silúricos de Ciudad Real aportada por Cortázar (1880).

En 1875, Mallada realiza dos contribuciones paleontológicas relevantes sobre nuevos hallazgos de graptolitos silúricos en la región surcentroibérica. En la primera entrega de la *Sinopsis* (Mallada, 1875a), el autor amplía el número de localidades de Prado, Verneuil y Barrande (1855) con la identificación de *Monograpsus Nilssoni*, Barr. (Corral de Caracuel, Arroyo del Lápiz, El Chorrillo, Almadén), *M. latus*, Mac Coy (Corral de Caracuel), *M. Halli*, Barr. (Puente Moreno, sobre el Jabalón), *M. Becki*, Barr. (Arroyo del Lápiz, Corral de Caracuel), *M. Priodon*, Bronn (Gargantiel, Almadén) y *M. convolutus*, Hisinger (Gargantiel), afirmando que el conjunto de estas especies “son de un nivel superior a la fauna segunda”. Asimismo, añade ilustraciones de dichas formas (Fig. 6), que en realidad fueron reproducidas del trabajo de Geinitz (1852, Láms. 1-4). La copia se realizó de forma especular y recortando o alterando algunas figuras, al igual que lo observado con otras muchas ilustraciones adaptadas a la *Sinopsis* (Rábano y

Gutiérrez-Marco, 1999). En un segundo trabajo, Mallada (1875b) anticipa una lista de graptolitos silúricos encontrados al este de Alía, refinada poco después por Egozcue y Mallada (1876). Ambos autores establecen la estratigrafía del “Siluriano superior” en la provincia de Cáceres. En la Sierra de Guadalupe (sinclinal de Guadarranque) describen pizarras carbonosas, con eflorescencias amarillas de alumbre y con nódulos y granos de pirita, especialmente en los tramos de alternancias entre pizarras y cuarcitas y pizarras silíceas. En las proximidades de la confluencia de los arroyos Guadarranque y Guadarranquejo (cerro de la Ventilla) citan los siguientes graptolitos: *Monograpsus priodon*, Barr., *Monograpsus latus*, Mac-Coy, *Monograpsus Nilssoni*, Barr., *Monograpsus Becki*, Barr. y *M. convolutus*, Hisinger (citado como “*Rastrites spiralis*, Barr., ó *Monograpsus convolutus* Hisinger” por Mallada, 1875b). Parte del material original de este trabajo se conserva en las colecciones del Museo Geominero y ha sido reinterpretado por Menéndez y Rábano (2010).

## SILURIANO

### LÁM. 7.<sup>a</sup>

- Figs.
- 1, 2 **MONOGRAPSUS NILSSONI**, Barr. [82]
  - 3 Variedad de la misma especie.
  - 3 a La misma aumentada.
  - 4 Otra variedad.
  - 4 a La misma aumentada.
  - 5, 6 **MONOGRAPSUS HALLI**, Barr. [84]
  - 5 a, 6 a La misma especie aumentada.
  - 7 **MONOGRAPSUS LATUS**, Mac. Coy. [83]
  - 7 a La misma aumentada.
  - 8, 9 **MONOGRAPSUS BECKI**, Barr. [85]
  - 8 a, 9 a La misma especie aumentada.
  - 11 **MONOGRAPSUS PRIODON**, Bronn. [86]
  - 10, 10 a, 11 a La misma aumentada.
  - 12, 12 a, 12 b **MONOGRAPSUS CONVOLUTUS**, Hisinger. [87]
  - 13 **DIPLOGRAPSUS PRISTIS**, Hisinger. [89]
  - 13 a La misma especie aumentada.
  - 14, 15 **DIPLOGRAPSUS PALMEUS**, Barr. [88]
  - 15 a La misma aumentada.

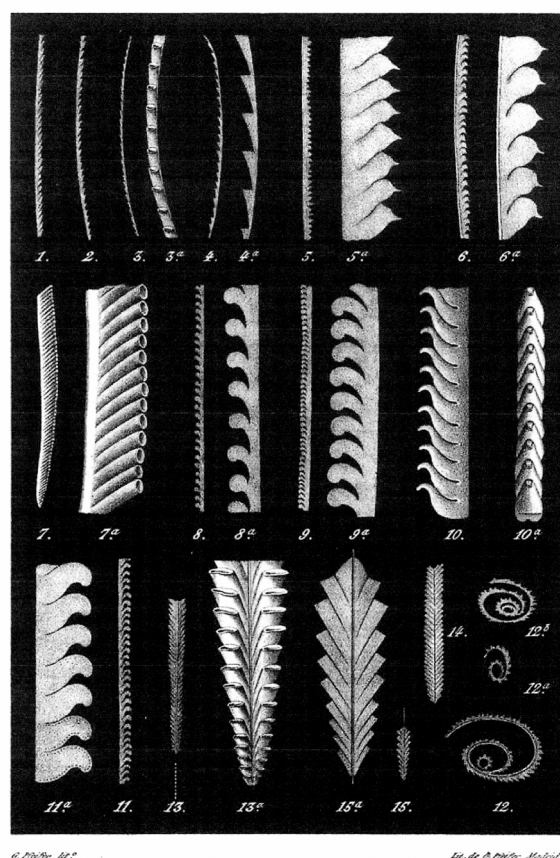


Fig. 6. Reproducción de la Lámina 7 de la *Sinopsis* de Mallada (1875a), donde las ilustraciones de graptolitos silúricos fueron copiadas de Geinitz (1852).

Kuss (1878) continúa con el estudio de la región de Almadén y considera que el “ piso superior del terreno silúrico ” no solo estaría restringido a las pizarras ampelíticas con graptolitos, sino que “ se inclina a considerar también las cuarcitas con bilobites como pertenecientes al silúrico superior ”. En este sentido, afirma que “ en las propias minas de Almadén se encuentran intercaladas en estas cuarcitas pizarras negras ampelíticas, conteniendo graptolitos ”.

En su estudio geológico de la provincia de Badajoz, Gonzalo y Tarín (1879) cita el hallazgo de “graptolitos de la fauna 3ª” en estratos de ampelitas gráficas fosilíferas en el túnel de Cabeza del Buey (Badajoz), subordinados a la pizarrilla hojosa de la parte superior de la “Formación Siluriana”.

En el primer estudio geológico provincial de Ciudad Real, Cortázar (1880) refunde y hace nuevas aportaciones a los estudios estratigráficos precedentes, sin llegar a desligar las “cuarcitas de *Cruzianas*” de las “capas de *Graptolites*” y señalando en medio de las pizarras negras de la mina de Almadén la presencia de lentejones de caliza (en realidad rocas volcánicas fuertemente alteradas y carbonatizadas). Realiza también una interesante disquisición sobre el origen de la materia orgánica y de los nódulos de pirita intercalados en la pizarra, que en su opinión serían el residuo de las sustancias orgánicas “sin duda producidas por los *Graptolites* que vivieron en las aguas donde se depositaron los légamos que han dado origen á las pizarras (...) pues los *Graptolites*, ya se consideren como *moluscos polizoas*, ya como *zofitos hidrozoas*, eran animales que vivían en numerosísimas colonias dentro de los mares silurianos”. Junto al hallazgo de calizas con *Cardiola interrupta*, Bron., que por los lugares indicados corresponden a la Caliza Urbana del Ordovícico, Cortázar (1880) menciona los siguientes graptolitos y localidades (Fig. 5): *Monograpsus Nilsoni*, Barr. (Corral de Caracuel, Poblete, Almadén); *M. Becki*, Barr. (Poblete, Corral de Caracuel, Alamillo); *M. convolutus*, Barr. (Gargantiel, Almadén, Alamillo); *M. Halli*, Barr. (Puente Morena, Gargantiel) y *Diplograpsus palmeus*, Barr. (Gargantiel, Alamillo, Corral de Caracuel). También cita el fósil vegetal *Butrotrephis gracilis*, Hall en Guadalmez y Almadén, reasignado modernamente al icnogénero *Chondrites*.

En el estudio geológico de la provincia de Jaén, Mallada (1884) descubre nódulos con *Orthoceras* y graptolitos en los afloramientos silúricos del norte de Baños de la Encina, así como graptolitos en pizarras, entre Ministivel y El Guindo, al noroeste de La Carolina. El mismo autor (Mallada, 1896) realiza una síntesis general del Siluriano superior para la “Explicación del Mapa Geológico de España”, recopilando todos los datos estratigráficos y paleontológicos contenidos en estudios precedentes. Como aportación original cita el hallazgo de “filadios y ampelitas gráficas con lentejones de calizas”, conteniendo graptolitos de la “fauna tercera”, “en las trincheras y el túnel de Cabeza de Buey” (Badajoz), representativas de las rocas superiores del Siluriano.

Malaise (1897) confirma el hallazgo de graptolitos en el interior de la mina de Almadén, que identifica como *Monograptus priodon* del Siluriano superior, gracias a unas muestras facilitadas por el ingeniero de las minas D. Enrique Jubés.

Groth (1911) en su trabajo sobre el “Primario de Sierra Morena” hace la primera mención al sinclinal de Guadalmez (Ciudad Real-Córdoba) como la “Cuenca devónica de Guadalmez”, separado de la cuenca hullera de Bélmez por el “anticlinal Gotlandiense” de Santa Eufemia. Es uno de los primeros trabajos sobre la geología del área de tránsito entre la Zona Centroibérica y la Zona de Ossa-Morena, entre Los Pedroches y la banda de cizalla Badajoz-Córdoba. Señala en la primera de las estructuras citadas que sobre las ampelitas con *Monograptus* reposa, verosíblemente en concordancia, una potente serie de areniscas con algunos bancos cubiertos de pistas de la “base del Devónico”. Sus conclusiones descartan *de facto* la existencia de la discordancia señalada entre el Siluriano y el Devoniano por Prado (1855) y Cortázar (1880).

Gómez de Llarena (1916) distingue dos subsistemas dentro del Siluriano: el Ordovícico y el Gotlándico. Dentro de las pizarras negras ampelíticas, situadas sobre cuarcitas y asignables al segundo, describe un nuevo yacimiento de graptolitos en el sinclinal de Guadarranque (vallejo de las Ciervas). Éste se sitúa entre Horcajo de los Montes y Navalpino, y contiene abundantes ejemplares de *Monograptus convolutus* His., *M. priodon* Bronn, *M. Nilsoni* Barr. y *Rastrites* sp., asociados al género *Phyllograptus*. Éste último probablemente fue confundido con *Parapetalolithus*, ya que se trata de una forma ordovícica.

Tras un largo paréntesis en las aportaciones al estudio del Silúrico en la región que nos ocupa, Hernández Sampelayo (1926), dentro de los trabajos vinculados con la organización del XIV Congreso Geológico Internacional, celebrado en Madrid, refiere el hallazgo de nuevos yacimientos de graptolitos silúricos en la región de Almadén, que asigna a la “fauna tercera” del Siluriano superior o Gotlandiense. El primero se sitúa “en el disco de la Estación de Chillón” (sinclinal de Guadalmez) y contiene *Climacograptus minutus* Carr. (ilustrado con foto y dibujo), *Climacograptus* cf. *styloides* Lapw., *Petalograptus altissimus* Elles y Wood, *Monograptus turriculatus*, *M.* cf. *concinus* Lapw. ó *M.* cf. *variabilis* Perner, *M.* cf. *ricartonensis* Lapw. y varias formas angulares “que no nos decidimos a incluir entre los *Dicellograptus*”. El yacimiento lo sitúa en el “bajo Llandovery”, con la idea errónea de que citaba el género *Climacograptus* por vez primera en la Península, aunque desde luego se trata de la primera ilustración de un graptolito en nuestra área de estudio (Fig. 7). El segundo yacimiento lo localiza en la mina de Almadén, “en el techo del criadero de San Nicolás, al Norte y en contacto con el cinabrio”, donde las ampelitas le brindaron un “precioso conjunto gotlandiense” con *Monograptus priodon* Bronn, *M. turriculatus* Barr., *M. convolutus* His., *Orthograptus*, *Diplograptus* y “quizás Climacograptidos, a los que se unen grandes Pterópodos, *Rhynchonella* semejantes a la *wilssoni* y algunos Lamelibranquios”. El tercer yacimiento referido por Hernández Sampelayo (1926) se sitúa en el paraje del Chorrillo, en la entrada meridional de Almadén, donde el autor describe e ilustra parcialmente *Monograptus leptotheca* Lapw.? (var. *almadenensis* s. p.), *M. regularis* Tqt. y *M.* cf. *gregarius* Lapw., junto a restos de “Pterópodos y de Trilobites, lo que hace muy digna de observación”. Hay que hacer constar que, pese a lo indicado por Hernández Sampelayo (1926), los graptolitos de este tercer punto son de edad Ordovícico Medio y corresponden a fragmentos deformados de didymograptidos, en una localidad redescubierta por Bouyx y Saupé (1966) y revisada por Gutiérrez-Marco (1986). Los mismos datos del trabajo de Hernández Sampelayo (1926) fueron reproducidos parcialmente por Hernández Sampelayo *et al.* (1926) y Hernández Sampelayo (1960).

Henke (1926) realiza la primera cartografía detallada del Paleozoico de la región de La Carolina (Jaén) en Sierra Morena Oriental. Asigna al Silúrico inferior seis unidades estratigráficas y una al Silúrico superior. Data a la “Cuarcita Castellar” (20-50 m) como Caradoc? y asigna las “Pizarras con Graptolitos” (100-150 m) al conjunto Llandovery, Tarannon y Wenlock (zonas 14 a 18 de graptolitos, según el esquema de Lapworth). Esta edad se fundamenta en el hallazgo de *Monograptus Sedgwicki* Portl., *M.* sp., *M. proteus* Barr., *M. Becki* Barr., *M. gemmatus* Barr., *M. retroflexus* Lapw., *M. priodon* Bronn, *M. galaensis* Lapw., *M. Flemmingii* Barr., *M. dubius?* Suess, *M. Nilssoni* Barr., *Cyrtograptus sartorius* Hopk. y *Retiolites Geinitzianus* Barr. Esta lista de graptolitos corresponde esencialmente a las muestras recogidas en la escombrera del pozo de Mina Española, en el valle del río Renegadero, según detallan Henke y Hundt (1926). Este

segundo trabajo menciona otros hallazgos de graptolitos en cuatro localidades adicionales. La primera se sitúa en el piso 10 de la Mina San José de Los Guindos (Jaén), conteniendo *Monograptus Becki* Barr., *M. retroflexus* Tullb. y fragmentos de *Rastrites*; una asociación atribuida al Llandovery superior (zona 13/14 de Lapworth).



**Fig. 7.** “*Climacograptus minutus*” (= *Metaclimacograptus?* sp.), el primer graptolito silúrico ilustrado en la Zona Centroibérica española. Llandovery de la estación de Chillón (Ciudad Real). Reproducido de Hernández Sampelayo (1926, Fig. 2).

El segundo yacimiento se ubica “entre Renegadero y Río Grande, al noroeste de La Carolina” (Jaén), y proporcionó restos de *Monograptus priodon* Bronn. La tercera localidad corresponde a la ladera norte y al piso 12 de la mina de Almadén, cuya lista sintética reúne *Monograptus dubius* Suess, *M. priodon* Bronn, *M. exiguus* Barr., *M. millipeda* M’Coy, *M. gemmatus* Barr., *M. galaensis* Lapw., *M. Becki* Barr., *M. Sedgwicki* Portl., *M. leptotheca* Lapw., *M. turriculatus* Barr., *Diplograptus palmeus* Barr. y *Cyrtograptus attenuatus*. El conjunto es atribuido al Llandovery superior y Tarannon inferior (zonas 14?, 15 y 16 de Lapworth), y quizá también al Tarannon superior (zona 16). La cuarta localidad se situaría 400 m al sur Alamillo (Ciudad Real), entre los arroyos Chico y del Saladillo (sinclinal de Guadalmez), donde Henke y Hundt (1926) mencionan *Monograptus Nilsoni* Barr., *M. riccartonensis* Lapw., *M. dubius* Suess y *M. flexilis* Elles, del Tarannon alto y Wenlock (zonas 16 a 18 de Lapworth). Para el conjunto de localidades, los autores establecen las equivalencias entre la biozonación propuesta por Lapworth (1880) y la nueva de Elles y Wood (1901-1918). Además aportan ilustraciones fotográficas de tres asociaciones de graptolitos silúricos procedentes de Almadén y Alamillo (Fig. 8), reproducidas igualmente en la versión española del mismo trabajo (Henke y Hundt, 1926, traducción de Meléndez y Fernández, 1952, Lám. III, Figs. 1-4; Lám. IV).

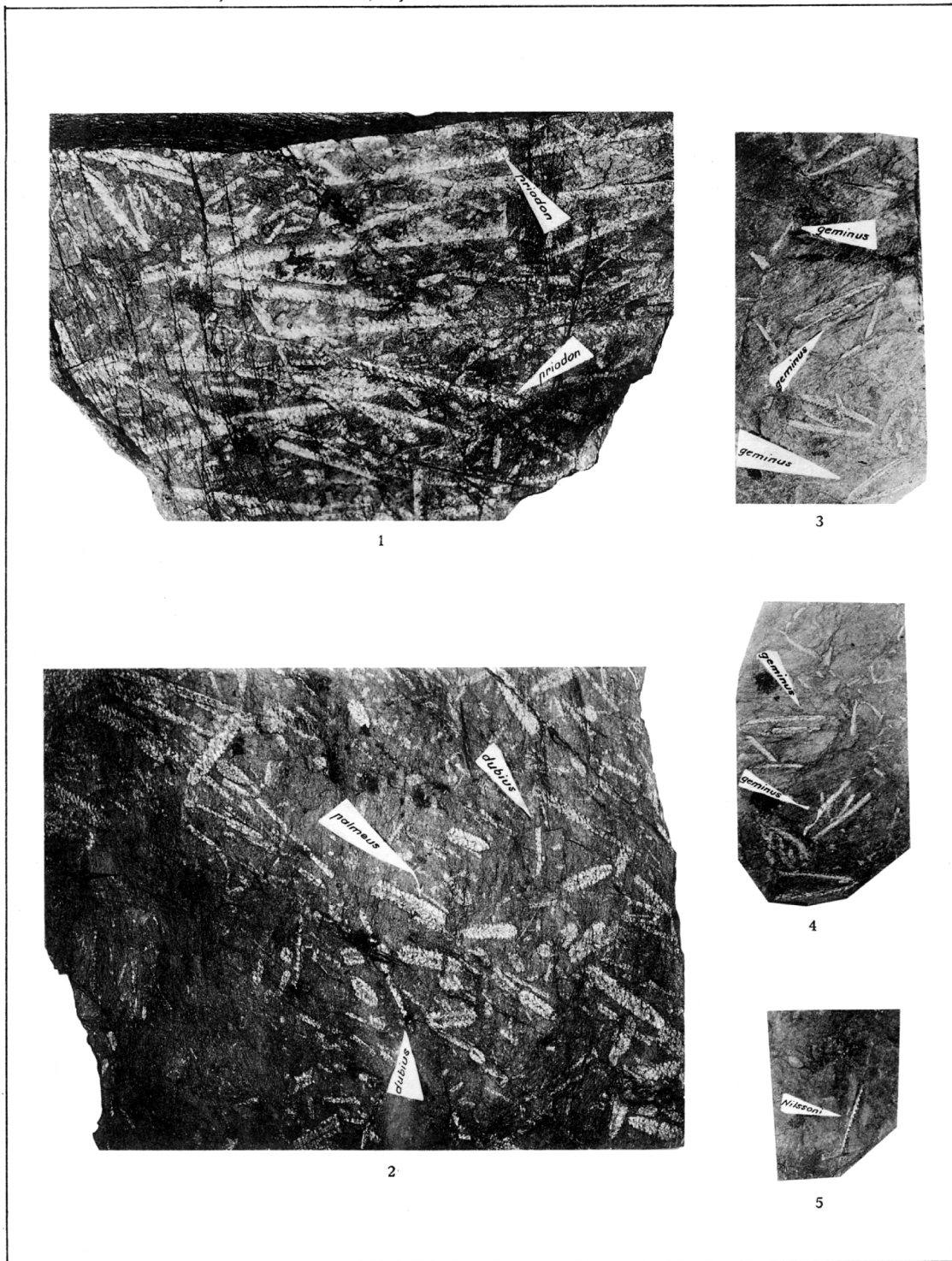
Las identificaciones taxonómicas aportadas en el trabajo precedente fueron duramente criticadas por Habermelner (1931), un especialista austriaco en graptolitos que accedió a la mayor parte del material original del estudio de Henke y Hundt (1926) y llevó a cabo una profunda revisión de las determinaciones. Motivado por la presencia de “extrañas asociaciones de graptolitos” que mezclaban, para una misma localidad, especies procedentes de niveles muy dispares del Silúrico, Habermelner (1931) consideró falsas casi todas las identificaciones de Henke y Hundt (1926). En sus propias palabras “el resultado de la revisión fue sorprendente”. “El hecho de que R. Hundt es muy ligero en

la determinación de graptolitos, basándose en sus opiniones sobre las *variantes formadas por compresión* [Verdrückungsvarianten] y las *formas de enterramiento* [Einbettungsformen], es ya bien sabido para cualquiera que haya leído su publicación *Los Graptolitos del Silúrico alemán* (1924); sin embargo, yo no esperaba tales errores en la determinación, como pueden comprobarse observando el material español; y su denominación sólo puede calificarse de completamente arbitraria”. Añade Haberfelner (1931) que en su trabajo “no sólo me dispongo a ocuparme de una nueva determinación del material existente, sino también a revisar la inservible división en zonas del Silúrico superior que hace R. Hundt, y a entrar en sus poco fundamentadas ideas sobre variantes por compresión y formas de enterramiento”. Con tales planteamientos, lo que sigue es una agresiva crítica a las identificaciones taxonómicas de Hundt (en Henke y Hundt, 1926), de las que destacamos la destrucción de la “extraña asociación entre *Monograptus dubius* y *Petalograptus palmeus*” para el yacimiento de Almadén, la restricción de los cinco yacimientos silúricos al rango Llandovery/Gala-Tarannon (zonas 19 a 22 de Elles y Wood) y a la estrecha correlación paleobiogeográfica que se detecta con el Silúrico del Mar del Norte y de los Alpes Cárnicos. Haberfelner (1931) añade una profusa parte sistemática, en la que describe e ilustra 27 formas de graptolitos silúricos, incluyendo una especie nueva. Las formas revisadas (Lám. 1, Figs. 1-27; reilustrados por nosotros en la Fig. 9), agrupadas siguiendo la clasificación y divisiones de Elles y Wood (1901-1918), son las siguientes: *Climacograptus bohemicus* (Perner), *C. hughesi* (Nicholson), *C. phrygionius* Toernquist, *Climacograptus* sp. a, *Glyptograptus* cf. *tamariscus* (Nicholson), *Petalograptus altissimus* Elles-Wood, *P. minor* Elles, *P. hispanicus* nov. sp., *Petalograptus* sp. a (nov. sp. , ?), *Petalograptus* sp. b (aff. *palmeus* et var. *tenuis*), *Petalograptus* sp. c (aff. *hispanicus* ?), *Monograptus gregarius* Lapworth, *M. concinnus* Lapworth, *M. regularis* Toernquist, *M. regularis* Tqt. var. *latus* nov. var., *M. nudus* (Lapworth), *M. gemmatus* (Barrande), *M. distans* (Portlock), *M. sedgwickii* (Portlock), *M. lobiferus* (Mc'Coy).

Entre 1952 y 1953 aparecen publicadas las versiones españolas de los trabajos de Henke (1926), Henke y Hundt (1926) y Haberfelner (1931), en los tomos 6 y 7 de la serie *Publicaciones Extranjeras sobre Geología de España*. El dato se detalla en las referencias bibliográficas de los trabajos correspondientes, destacándose la labor de B. Meléndez y M.R. Fernández en la traducción, así como las apostillas del primero, quien destaca el desconocimiento que tenía Haberfelner de los restantes trabajos publicados sobre graptolitos españoles.

Ciry (1936) atribuye al Gothlandiense las explotaciones de cinabrio de Almadén, por la presencia de ampetitas con *Monograptus* en la mina, los estudiados por Henke y Hundt (1926) y Haberfelner (1931).

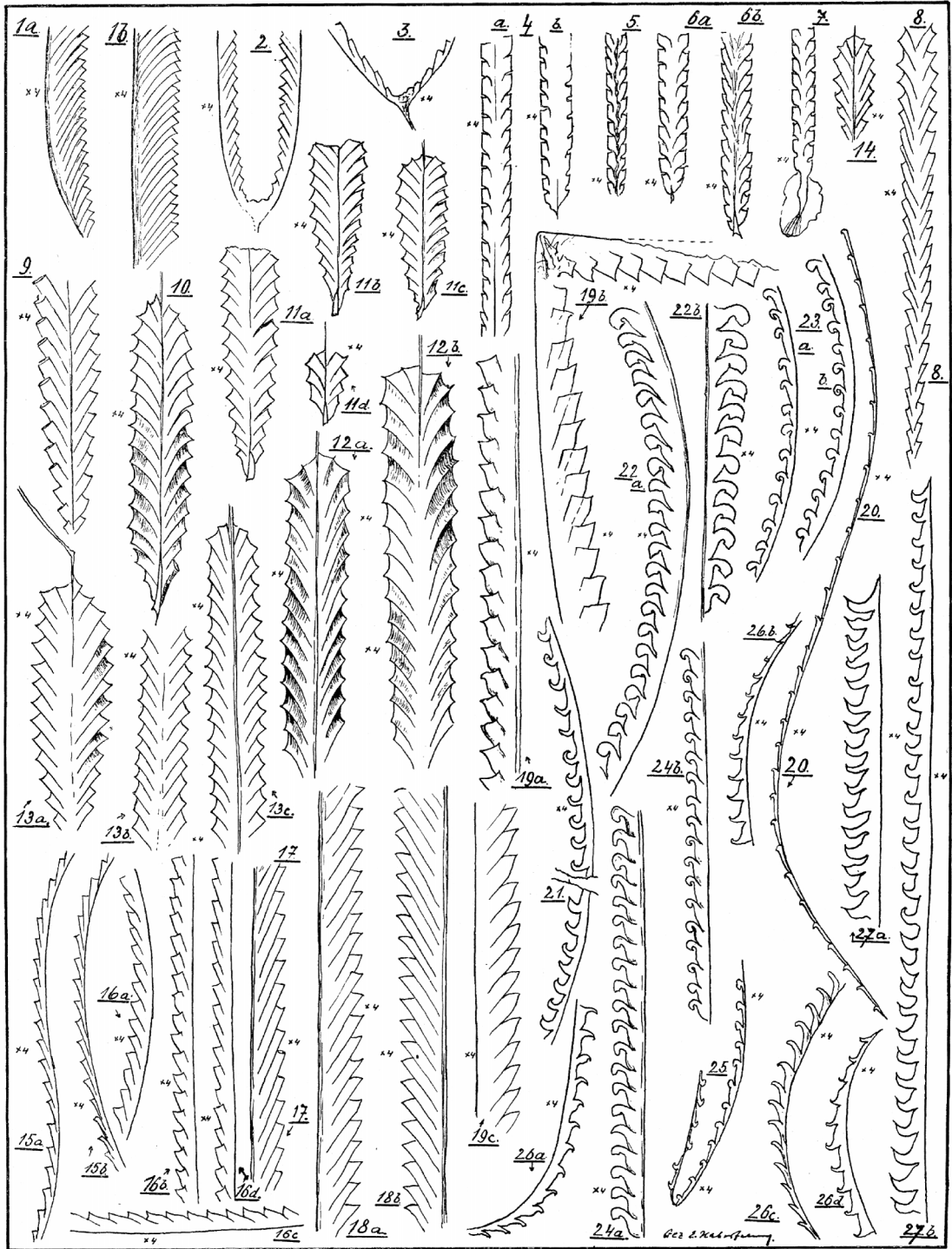
Hernández Sampelayo (1942) realiza una síntesis del silúrico centroibérico agrupando la información bajo el epígrafe “Isleos del Centro”, en base a los datos recopilados en las memorias provinciales publicadas por el IGME, las hojas geológicas 1:50.000 (en prensa o en realización) y aportando algunos datos nuevos. Mantiene la clasificación de Mallada (1896) para el Siluriano superior o Gotlandiense, incluyendo su sinonimia con el “Murchisónico” de J. Almera; realiza una clasificación alfabética de todas las especies gotlandienses citadas hasta el momento en España; se reafirma en la posible presencia de Gotlandiense sin fósiles en la región de Alburquerque (Badajoz); comenta que el yacimiento de Gómez de Llarena (1916) es confuso y “probablemente se trate del



1. *Monograptus priodon* BRONN. Tarannon, Almaden. Werner u. Winter Frankfurt a. M.  
 2. *Diplograptus palmeus* BARR. *Monograptus dubius* SUESS. Llandovery, Tarannon, Almaden.  
 3. 4. *Didymograptus Marchisoni* var. *geminus* HIS. Llandeiliien, Venta de Cardenas, (Ciudad-Real).  
 5. *Monograptus Nilssoni* BARR. Wenlock, Alamillo.

Fig. 8. Reproducción de los graptolitos silúricos ilustrados por Henke y Hundt (1926).





E. Habberfelner: Eine Revision der Graptolithen der Sierra Morena.

**Fig. 9.** Reproducción de la lámina de graptolitos del Silúrico centroibérico, original de Habberfelner (1931). Este trabajo aporta las primeras descripciones taxonómicas precisas de graptolitos silúricos en la región estudiada. La nueva especie *Petalograptus hispanicus*, procedente de la mina de Almadén, corresponde a los ejemplares 11a-d.

Llanvirniense” (*lapsus linguae* por Llandovery); señala un posible error de identificación en el graptolito del Ludlow en el Cerro de la Ventilla (Egozcue y Mallada, 1876); describe los nódulos silúricos del interior de la mina de Almadén como *gorrones*, “amígdalas piritosas a veces dispuestas en costras de cinabrio”; transcribe sus cuadernos de campo con hallazgos de *Monograptus* en la región de Almadén; suma una nueva lista de graptolitos de La Carolina, enviados en 1916 al IGME por Sr. Mackay Heriot, director de la mina de Riotinto; y, finalmente, cita ampelitas con *Monograptus* al este de Aldeaquemada, no reconocidas por Fernández y Menéndez Valdés (1933). En cuanto a la nueva lista de graptolitos del norte de Jaén, Hernández Sampelayo (1942, pp. 310-311) especula que “los yacimientos quizá sean los mismos de Mallada (1884) y, aun en parte, los de Henke”, y que “las especies oscilan desde el Llandovery superior hasta el Ludlow, casi toda la serie superior del sistema”. Las formas identificadas son las siguientes: *Monograptus priodon*, Bronn; *M. halli*, Barr.; *M. hisingeri*, Barr.; *M. nilssoni*, Barr.; *M. tectus?*, Barr.; *M. convolutus*, Hisingeri -sic-; *M. scalaris*, Sedwig -sic-; *M. proteus*, Barr.; *Diplograptus palmeus*, Barr.; *Climacograptus* y *Rastrites peregrinus*, Barr. Aún admitiendo que la lista “resulta escasamente estratigráfica” y puedan haberse mezclado formas de distintos niveles, Hernández Sampelayo (1942) se reafirma en sus dudas hacia la “eficacia de las clasificaciones clásicas” para éste y otros ejemplos de graptolitos silúricos españoles (se refiere a los esquemas bioestratigráficos de Lapworth y de Elles y Wood).

Sáenz García (1947) suma un nuevo yacimiento con *Monograptus* en el sinclinal del Guadarranque, hallado en las escombreras de una cata minera en el paraje denominado El Molinillo, próximo al Portillo de Cijara (provincia de Cáceres). El autor lo atribuye “con toda probabilidad al subsistema gothlandiense”, en aparente continuidad estratigráfica con unas cuarcitas que, en vez de representar el “tramo armoricano”, pudieran “pertenecer muy bien a un piso distinto del Silúrico local, si no se prefiere explicar por fallas sus contactos”. Así mismo, revela que las ampelitas son frecuentemente minadas “en busca de carbón que los soñadores de riquezas subterráneas verifican en cuanto aparece alguna roca negra”, algo ya mencionado por Prado (1855).

Kindelán *et al.* (1949) señalan las primeras faunas graptolíticas recogidas en el sinclinal de Cáceres, procedentes en un caso del subsuelo de la misma ciudad (solar en construcción en 1944, inmediato al Hotel Álvarez), y en otro caso, de afloramientos de las afueras, “hacia el barranco de Aguas Vivas”. El material fue estudiado por P. Hernández Sampelayo y asignado en su conjunto a las “capas que van del Llandovery superior al Tarannon” (zonas 19 a 22-23 de Elles & Wood). Entre las formas identificadas en la primera localidad, Kindelán *et al.* (1949) ilustran tres muestras (Fig. 10) conteniendo: *Monograptus pandus*, Lapw. en “tránsito hacia el *M. priodon*”; *M. crenularis*, Lapw. y *Diplograptus hispanicus*, n. sp. de Haberfdner -sic- (muestra nº I); así como *Monograptus priodon*, Bronn (muestras nºs II y III).

Hernández Pacheco (1951) aporta el mapa y cortes geológicos de la parte oriental de la Sierra de San Pedro. Descarta la existencia de materiales gotlandienses al situar las pizarras, calizas y areniscas del Devónico en discordancia erosiva sobre las pizarras ordovicienses.

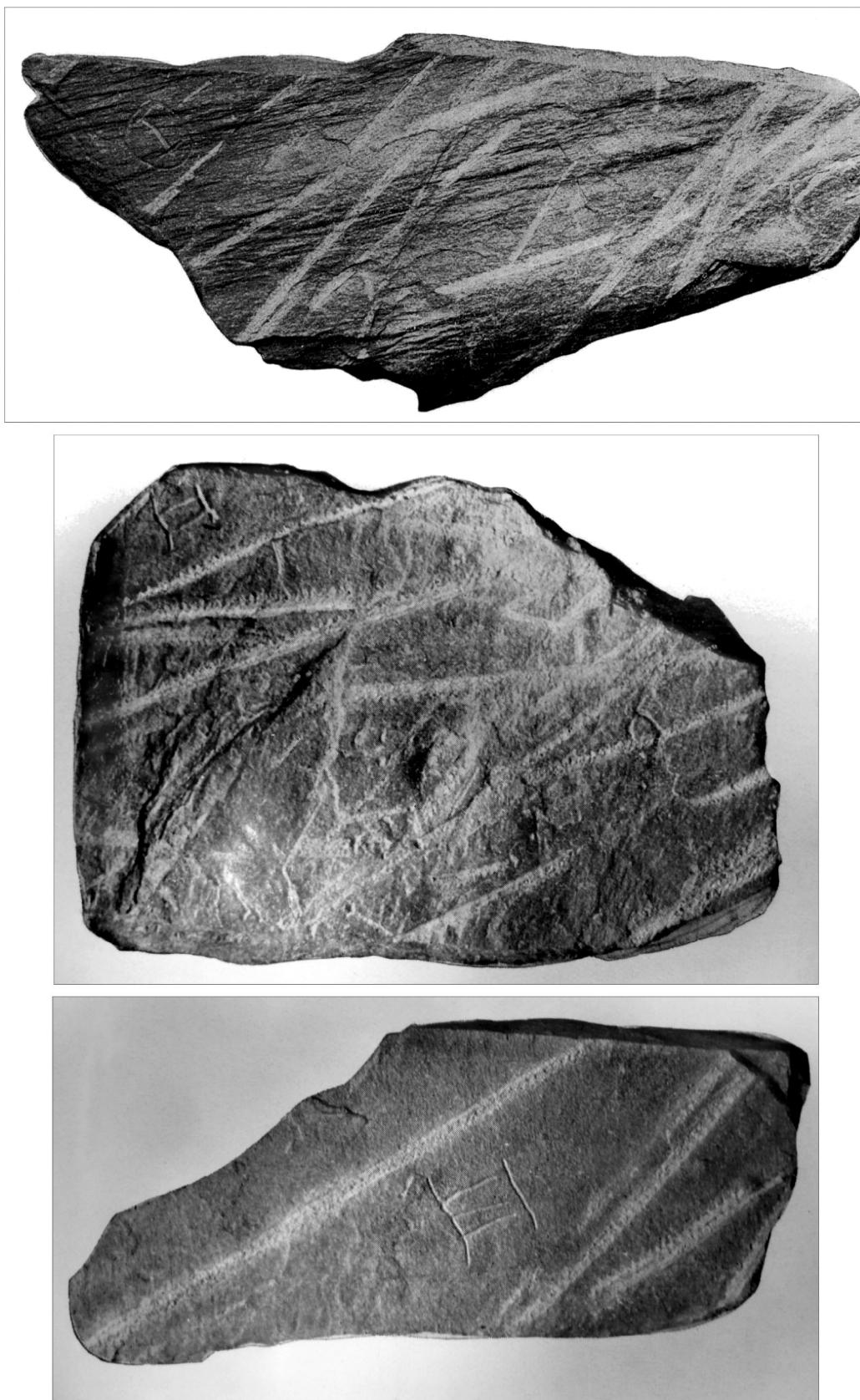
Ramírez y Ramírez (1955) detalla la estratigrafía del “Ordoviciense completo y al menos una gran parte del *Gotlandiense*” en el sinclinal de Guadarranque. En la

transversal de Navatrasierra reconoce una sucesión que subdivide en 17 tramos, en la cual, con el número 14, designa las ampelitas fosilíferas del Llandovery y Tarannon, en el que menciona un yacimiento emplazado en el Arroyo del Molinillo, muy cerca de la localidad citada por Sáenz García (1947). El punto se sitúa a 500 m de la casa del embalse del Portillo de Cijara, en el mismo estrecho, donde identifica *Monograptus priodon*, Brong.; *M. convolutus*, His.; *Dalmanella* sp.; *Orthis* sp. y moldes de moluscos indeterminables. Los graptolitos los ilustra en su Lámina 70, figs. A, B (reproducidos por nosotros en la Fig. 11). Por encima de las ampelitas Ramírez y Ramírez (1955) menciona otro episodio potente de pizarras y areniscas (tramo 15, 40 m), un estrato de pizarras arcillosas grises (tramo 16) y una potente formación integrada esencialmente por grauvacas con algunos episodios de pizarras arcillosas (tramo 17, 80 m). Como las ampelitas con graptolitos “nos dan buena referencia ya del *Valentiense* pero no del límite inferior del *Gotlandiense*”, el autor considera dudosa la posición del límite entre el Ordoviciense y el Gotlandiense, que opta por situar hacia sus tramos 11-13 de cuarcitas y grauvacas (la actual Formación Gualija del Hirnantense). En cuanto a los datos proporcionados por los graptolitos del Molinillo, Ramírez y Ramírez (1955) afirma que “el encuentro de *M. convolutus*, His., nos identifica bien el *Llandovery* como piso inferior del *Valentiense* y el *M. priodon* Barr., la del *Tarannon* como *Valentiense* superior”. La coexistencia de ambas especies en un mismo yacimiento le lleva a dudar de la aplicación de “las clasificaciones de Elles-Wood, de Lapworth y de las capas de Bohemia (...) para identificar los pisos del *Gotlandiense* en España”. El descubrimiento de *M. nilssoni* Barr. por parte de Mallada (1875b) le lleva a considerar que casi todo el Gotlandiense se halla representado en el sinclinal de Guadarranque, y a “suponer, al menos provisionalmente, que esta zona emergió al final del *Silúrico*”.

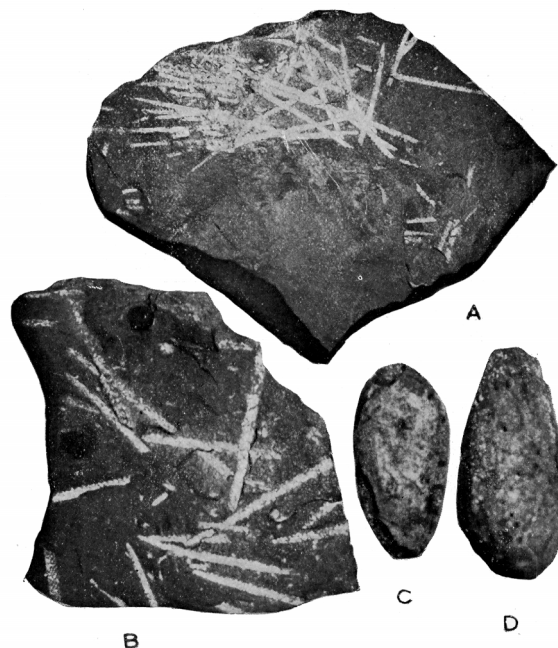
Casi simultáneamente con el trabajo anterior, Sos Baynat (1955) realiza el estudio geológico de la sierra de las Villuercas, adaptando para el Silúrico los datos procedentes del vecino sinclinal de Guadarranque. Cita los hallazgos de *graptolites* presentados por Egozcue y Mallada (1876) y asigna al Silúrico Superior (Gotlandiense) las “pizarras ampelítico-carbonosas, lustrosas (...) de grano muy fino y fracturas en bisel”. Atribuye su depósito a “facies de denominación general pelágica, de un mar poco profundo, de aguas tranquilas, de muchos elementos en suspensión y sedimentación lenta, con presencia de materia orgánica en descomposición y desprendimiento de gases sulfhídricos que dieron lugar a las piritas que hoy se encuentran en estas pizarras”.

Kindelán (1955) afirma que el Siluriano superior está muy escasamente representado en los Montes de Toledo, y cita la existencia en Horcajo de los Montes de “algunos estratos pizarrosos con graptolítidos que posiblemente pudieran incluirse en el *Gotlandiense* inferior (*Llandoverynense*)”, tal vez el punto señalado por Gómez de Llarena (1916).

Hernández-Pacheco y Ramírez y Ramírez (1956) describen la sucesión paleozoica metamorfozada de la “Sierra silúrica de Magacela (Badajoz)”, estableciendo un posible hiato en la serie silúrica para los materiales gotlandienses o, alternativamente, que las calizas concordantes con las pizarras negras grafitosas representen tanto el Gotlandiense inferior (*Llandovery*) como el Devónico.



**Fig. 10.** Reproducción de las ilustraciones de graptolitos silúricos procedentes de la ciudad de Cáceres (Kindelan *et al.*, 1949). El número de cada muestra está grabado a punzón sobre las mismas.



A. *Monograptus priodon*, BRONG. Yacimiento del Arroyo del Molinillo. (Tamaño aproximado dos tercios del natural.)  
B. *Monograptus convolutus*, HIS. (Del mismo paraje y tamaño que el anterior.)  
C y D. *Sanguinolites pellicoi*, VERN. y BARR., del yacimiento de Linarejos. (Tamaño aproximado el mismo del natural.)

**Fig. 11.** Ilustraciones originales de graptolitos silúricos procedentes del sinclinal de Guadarranque (Ramírez y Ramírez, 1955).

En la década de 1950 comienzan los estudios en España de los discípulos de Franz Lotze (1903-1971), catedrático de la Universidad de Münster (Alemania), que dirigió un total de 47 tesis doctorales entre los años 1954 y 1973, casi todas ellas sobre temas relacionados con el Paleozoico inferior peninsular y de las cuales 12 se emplazaron en la región surcentroibérica. Ninguna de estas últimas llegó a publicarse en su integridad, si bien la cartografía geológica, resúmenes en español y alemán y los rasgos básicos de la estratigrafía y paleontología fueron finalmente publicados por Walter (1977) y revisados, por la mayoría de los autores supervivientes, a comienzos del siglo XXI (von Raumer, 2008). Del conjunto de tesis doctorales realizadas por los discípulos de Lotze, las que contribuyeron al conocimiento de la estratigrafía y paleontología del Silúrico en la región estudiada fueron las de Machens (1954), Redlin (1955), Bochmann (1956), Kelch (1957), Schmidt (1957), Maass (1958), Richter (1967), Ransweiler (1968), Bittenweg (1968) y Kettel (1968). A excepción de las cuatro últimas, el resto quedaron inéditas y sus aportaciones serán incorporadas a esta síntesis de antecedentes siguiendo un orden cronológico.

Machens (1954, 2008) diferencia en el sinclinal de Corral de Calatrava una unidad de pizarras graptolíticas negras (*Graptolithenschiefer*, aprox. 100 m) conteniendo graptolitos de las zonas 19 a 22 de Elles & Wood, orthidos y “restos de plantas”. Sitúa

el yacimiento (nº 21 en su tesis inédita) en una cantera situada 500 m al sur de Puente Morena, pero no llega a mencionar especies concretas.

Redlin (1955, 2008) subdivide la sucesión silúrica del entorno de Fuencaliente (Ciudad Real), en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches, en una unidad inferior de cuarcitas (*Quarzitbank*, 15-20 m) y una superior de pizarras graptolíticas (*Graptolithenschiefer*, 60 m). Por encima de ella, cita una sucesión de 100 m de espesor que atribuye al Devónico, compuesta en su base por pizarras con grauvacas, cuarcitas y bancos conglomeráticos; un tramo intermedio de pizarras laminadas y algunas areniscas y un tramo superior de areniscas, pizarras y pizarras arenosas. Como datos paleontológicos, Redlin (1955) cita el hallazgo de un resto de bivalvo en la cuarcita basal y de graptolitos, braquiópodos, ortocerátidos, conodontos e histricosféridos en las pizarras ampelíticas. La asociación de graptolitos identificada en un yacimiento ubicado unos 7 km al oeste-noroeste de Fuencaliente incluye *Petalolithus* cf. *tenuis* (Barrande), *Retiolites robustus* Bouček & Munch, *R. geinitzianus* *geinitzianus* Barrande, *R. geinitzianus angustidens* Elles & Wood, *Plegmatograptus* sp, *Monograptus priodon priodon* (Bronn.), *M.* cf. *marri* Perner, *M.* cf. *parapriodon* Bouček, *Monoclimacis crenulata* (Törnquist), *Spirograptus* cf. *proteus* Manck, *S. tullbergi tullbergi* (Bouček) y *Diversograptus capillaris* cf. *pergraciles* (Bouček). Entre los braquiópodos cita *Orthis* cf. *actoniae* Sowerby (actualmente *Nicolella actoniae*, una forma ordovícica).

Bochmann (1956, 2008) estudia los materiales paleozoicos del sinclinal de Cáceres y la parte oriental del sinclinal de la Sierra de San Pedro. Divide la asociación silúrica en dos unidades: “Cuarcita del Llandovery” (8-45 m) y Pizarras graptolíticas (*Graptolithenschiefer*, 20 m), que atribuye al Wenlock por el hallazgo de *Monograptus* cf. *flexilis*. Por encima de la segunda formación registra unas “Capas de transición” (*Übergangsschichten*, 350-400 m), integradas por una alternancia de areniscas y pizarras, que contienen algunos icnofósiles y restos de bivalvos. En ausencia de datos biostratigráficos relevantes, atribuye la última unidad al Devónico basal.

Kelch (1957, 2008) completa por el oeste la cartografía de Boschmann (1956) para la Sierra de San Pedro, distinguiendo las mismas unidades que aquél para la sucesión silúrica (Cuarcita, 40 m; Pizarras graptolíticas, 60-70 m) y la base de los materiales devónicos (alternancia arenosa ó *Sandige Wechselfolge*, 200 m). En ninguna de éstas suma nuevos hallazgos paleontológicos.

Schmidt (1957, 2008) estudia la sucesión paleozoica en el sector occidental del sinclinal de Cañaveral-Monfragüe, y reconoce dos unidades que atribuye al Silúrico: la Cuarcita del Llandovery (15-35 m) y las Pizarras graptolíticas (90 m, contando con las intercalaciones cuarcíticas que se localizan hacia la parte superior). No cita fósiles.

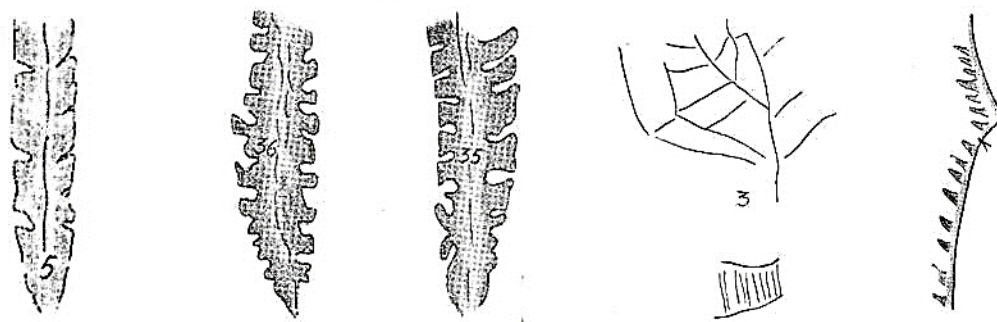
Maass (1958, 2008) cartografía un posible afloramiento silúrico al noreste del embalse del Guadalmellato (Córdoba), siendo la primera mención a este sistema en el dominio de Obejo-Valsequillo tras los hallazgos paleontológicos de Verneuil (en Murchison, 1850; Anónimo, 1850) y Prado (1858). Se trataría de una sucesión de cuarcitas, areniscas y pizarras verdosas de unos 100 m de potencia. Sin embargo, la atribución del afloramiento al Silúrico fue descartada por Apalategui *et al.* (1985a) y por el propio Maass (2008), quienes lo reinterpretan como Neoproterozoico o Cámbrico inferior, respectivamente.

Almela (1959) presenta un estudio geológico preliminar de la zona de Almadén, donde discrepa de la interpretación como brecha tectónica de la “piedra frailesca”, y cita el descubrimiento de graptolitos “monopriónidos” (uniseriales) al este de Almadenejos, en el km 270 de la trinchera del ferrocarril.

Almela y Febrel (1960) aportan un estudio petrográfico detallado de la “piedra frailesca” de Almadén, concluyendo que se trata de una toba volcánica del “Siluriano superior” (Silúrico), posterior a la Cuarcita del Criadero, de la que dan diversas observaciones de carácter minero.

En un trabajo póstumo, Hernández Sampelayo (1960) publica un extenso estudio consagrado a los graptolitos españoles que, en realidad, corresponde a la transcripción de diversas notas e ilustraciones que el autor guardaba en su casa, una vez retirado y afectado por una grave enfermedad neurodegenerativa. A instancias de la ETSIM de Madrid, el entonces alumno R. Fernández-Rubio, que posteriormente llegó a catedrático de la misma, fue becado por este centro educativo con el fin de recopilar los manuscritos del autor, que finalmente acabaron publicándose tras su fallecimiento, sin llegar a conocerse el grado de implicación y aceptación, en cuanto a sus contenidos, por parte del propio P. Hernández Sampelayo. Tanto es así, que algunos autores contemporáneos acabaron imputando la monografía a Fernández-Rubio (por ejemplo, Walter, 1969), o a la coautoría de Hernández Sampelayo y Fernández-Rubio (Tamain, 1972). En cualquier caso, la publicación fue completamente ignorada en síntesis geológicas posteriores, así como por la mayoría de los paleontólogos especialistas en graptolitos. El trabajo de Hernández Sampelayo (1960) aporta información sobre 29 yacimientos españoles de graptolitos, de los cuales ocho corresponden al Silúrico de la región surcentroibérica. Los yacimientos tratados con mayor detalle son los de la región de Almadén, que comprende las localidades del arroyo del Lápiz (a la altura del Km. 33,5 de la actual carretera CM-415 a Saceruela), Gargantiel, mina de Almadén, paraje del Chorrillo al sur de Almadén (erróneamente considerado como Silúrico) y estación de Chillón. Para estos dos últimos puntos, se reiteran los datos de Hernández Sampelayo (1926). Fuera de Almadén, se presentan los yacimientos de Alía (Cáceres), Cabeza del Buey (Badajoz), (Corral de) Caracuel (= Corral de Calatrava, Ciudad Real) y Los Guindos (Jaén), sin precisar en ningún caso su localización. Las listas de graptolitos son especialmente copiosas para los yacimientos situados en la región de Almadén, a los que corresponden 330 ejemplares ilustrados en las primeras veinte láminas de la monografía, frente a los 34 ejemplares figurados para los restantes yacimientos surcentroibéricos (Láminas 21-22, 24 y 26). Las identificaciones taxonómicas comprenden numerosas especies asignadas a los géneros *Monograptus*, *Rastrites*, *Climacograptus*, *Petalograptus*, *Orthograptus*, *Glyptograptus*, *Mesograptus*, *Glossograptus*, *Dicellograptus*?, *Leptograptus* y *Holograptus*?, correspondiendo los cuatro últimos a formas ordovícicas supuestamente representadas en el Ordovícico de Almadén (Fig. 12). En el trabajo se proponen 41 especies nuevas agrupadas en 9 géneros, todas ellas descritas e ilustradas de un modo deficiente, de modo que en nuestro apartado taxonómico (Figs. 33-36) proponemos que pasen a ser consideradas como *nomina oblita*. Este es el caso de *Climacograptus ancylus*, *Dimorphograptus decussatus* var. *thecalongae*, *Dimorphograptus longissimus* var. *phillotectatus*, *Glossograptus paucicostatae*, *Glossograptus paucispinosus*, *Glossograptus petaliformae*, *Glossograptus (Tecacanthus) loxos*, *Glyptograptus ceras*, *Glyptograptus grossitheatus*, *Glyptograptus thecalongae*, *Lasiograptus ritmicus*, *Mesograptus*

*climaco-glyptus*, *Mesograptus glosso-glyptus*, *Mesograptus climaco-glosso*, *Petalograptus latus-spirifer*, *Petalograptus tenuis-spirifer*, *Petalograptus palmeus*, var. *marianica*, *Monograptus Almadeni*, *Monograptus ancylus*, *Monograptus circularis*, var. *lineatus*, *Monograptus circularis* aff. *rostrata*, *Monograptus communis-hispanus*, *Monograptus communis-hidrargiri*, *Monograptus communis-ancylus*, *Monograptus convolutus-ancylus*, *Monograptus convolutus-rostrata*, *Monograptus corona*, *Monograptus crenularis-setiger*, *Monograptus densus* var. *distans*, *Monograptus fimbriatus* var. *minimus*, *Monograptus haberfelneri*, *Monograptus hydrargiri*, *Monograptus intermedius-runcinatus*, *Monograptus lobiferus*, var. *altus*, *Monograptus lobiferus* (*distans*), *Monograptus lobiferus-rostellum*, *Monograptus priodon* (*distans*), *Monograptus priodon-rostellum*, *Monograptus rostellum*, *Monograptus rostratus* y *Rastrites hydrargiri*. Por lo que se refiere a los restantes taxones citados por Hernández Sampelayo (1960), que incluyen varias decenas de especies de graptolitos silúricos, su posible adscripción a parte de las formas estudiadas en nuestro trabajo, se presenta en las listas de sinonimias que acompañan al estudio sistemático. No fue posible abordar una revisión precisa del material original asignado a cada especie, dado que la mayoría de los ejemplares de la colección de Hernández Sampelayo (1960), inicialmente depositados en el Museo del Instituto Geológico y Minero de España, fueron desechados y destruidos en 1992, año en el que la dirección del actual Museo Geominero recaía en D. Ramón Rey-Jorissen, salvándose tan sólo unos contados ejemplares expuestos en vitrinas.



**Fig. 12.** Taxones de graptolitos ordovícicos citados por Hernández Sampelayo (1960) en los materiales silúricos de la región de Almadén. Las ilustraciones originales aquí reproducidas corresponden, de izquierda a derecha, a *Climacograptus bicornis* Hall (Lám. 12, Fig. 5), *Climacograptus latus* Elles y Wood (Lám. 12, Figs. 35-36), *Holograptus*? sp. (Lám. 12, Fig. 3) y *Leptograptus* sp. (Lám. 12, Fig. 1). Cuatro de las figuras representan formas silúricas, el ejemplar de *Holograptus*? podría ser una estructura orgánica. Las restantes ilustraciones de graptolitos silúricos aportadas por Hernández Sampelayo (1960) se recopilan y revisan en las Figs. 33-36 del epígrafe de sistemática.

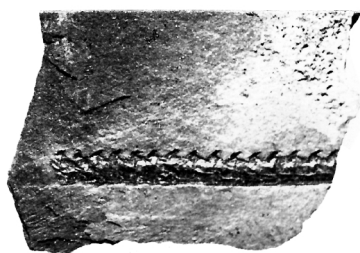
Maass (1961, 1963) propugna la existencia de una laguna estratigráfica entre el Ordovícico y el Devónico Superior al oeste de Almadén, en la región comprendida entre Don Benito-Castuera-Cabeza del Buey (Badajoz) que vincula con un movimiento orogénico detectado por el mismo autor al nordeste de Córdoba. Sin embargo, la ausencia de materiales silúricos en esta zona es sólo aparente, pues a los malos afloramientos se une una tectónica varisca de cierta complejidad. De hecho, trabajos posteriores detectaron la presencia de yacimientos fosilíferos del Silúrico entre Castuera y Cabeza del Buey (Prost-Dame, 1980).



Márquez Triguero (1961) lleva a cabo la primera descripción estratigráfica, litológica y paleontológica de los materiales silúricos de la región situada al sur de San Benito (flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches), acompañada por una cartografía geológica muy esquemática. La importancia de este trabajo radica fundamentalmente en tres aspectos: describe algunos de los cortes más completos para los materiales silúricos de este sector (Puente Quebrada, río Guadamora y río Guadalmez, cerca del puente de la carretera San Benito-Torrecampo); discrimina los litotipos reconocibles en los materiales ampelíticos y, finalmente, diferencia tres unidades sucesivas basadas en su contenido paleontológico (graptolitos, braquiópodos, conuláridos, cefalópodos e icnofósiles). Así, tras una “laguna” que atribuye al Caradoc, asienta las Pizarras de Graptolitos de la localidad de Puente Quebrada, a su vez representadas por dos niveles fosilíferos: la “Zona I”, del Llandovery medio, con *Monograptus spiralis*, *M. concinnus*, *M. communis*, *Climacograptus bohemicus*, *Petalograptus hispanicus*, *P. altissimus*, *P. palmeus* y *Orthis*; y la “Zona II”, que atribuye al Llandovery superior, con *Monograptus communis*, *M. lobiferus*, *M. runcinatus*, *M. concinnus*, *M. distans*, *M. gemmatus*, *M. nudus*, conularias y un resto de pez. Los dos últimos fósiles citados corresponderían, en realidad, a sendos restos de un cefalópodo aplastado y a una cutícula de euriptérico. Un segundo yacimiento en la misma unidad se sitúa en el Cerro de la Cruz (a unos 6,5 km al noreste de Torrecampo, Córdoba) y consiste en ampelitas fosilíferas con nódulos. En las primeras cita graptolitos parcialmente en relieve (*Monograptus gregarius*, *M. concinnus*, *M. runcinatus*, *M. gemmatus* y *M. regularis*), en tanto que en los “nódulos arcillosos, limonitizados zonalmente, de textura porosa y costriiforme en la parte superficial” encontró *Monograptus lobiferus*, *M. regularis*, *Petalograptus* sp. y fragmentos de *Orthoceras*. Ambas asociaciones las atribuye al Llandovery superior. Por encima de las Pizarras de Graptolitos, Márquez Triguero (1961) describe una potente formación de pizarras blancas con nódulos de origen mecánico, asignados a su “Zona III” o de “Nódulos con *Fucoides*” del yacimiento de Puente Quebrada, a la que asigna una edad “Taranon”. Describe los nódulos con núcleo piritoso y deformados por la compactación diagenética, conteniendo en interior “pistas” de *Fucoides* (originalmente un alga) y *Orthoceras*, que nuclearon su formación, o bien se adhirieron durante la misma, por el arrastre mecánico que, según el autor, intervino decisivamente en su proceso de génesis. Sobre las pizarras nodulíferas, Márquez Triguero (1961) sitúa una tercera unidad silúrica, descrita como “Pizarras de Conularias” y que atribuye al Wenlock. Su afloramiento característico se sitúa junto al puente sobre el río Guadalmez y comprende pizarras blancas, violetas o grises, sin graptolitos pero con “una fauna muy notable de *Conularias*, tratándose de un hallazgo totalmente nuevo y de características peculiares para el estudio del Silúrico superior de Sierra Morena”. Además de estos fósiles abundan en ellas los bivalvos, una especie de *Orthis* y algunos *Orthoceras*. La revisión del material original de su trabajo demuestra que las *Conularias* de Márquez Triguero (1961) se corresponden igualmente con nautiloideos ortoconos, muy aplastados y con fracturas telescópicas longitudinales. Por encima de los materiales silúricos, el autor considera la existencia de una laguna para el rango “Downtoniense” a Siegeniense inclusive, previa a las areniscas rojas fosilíferas de la sección del Cerro de la Cruz, que atribuye al Devónico medio (“Coblenciense”).

Almela *et al.* (1962) publican un trabajo fundamental sobre la geología de los materiales paleozoicos de la región de Almadén, en el que aportan la primera visión cartográfica y litoestratigráfica moderna de toda la zona, a resultas de un contrato suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España y los responsables de Minas de Almadén, para

la realización de una investigación geológica detallada en un círculo de 24 km de radio en torno a la mina principal de mercurio. En el terreno de la estratigrafía, dividen la sucesión ordovícica-devónica en trece unidades, cartografiables con recurso a la fotogeología. Los terrenos del “Siluriano superior” comprenden la Cuarcita del Criadero (“base del Gotlandés”); las Pizarras ampelíticas con graptolites, lavas básicas y piedra fraileasca (sic), de edad Llandovery, Tarannon, Wenlock y Ludlow inferior; y un tramo superior formado por esquistos de tonalidad gris amarillenta, con areniscas cuarcitosas y raras pudingas que, en parte, “puede ya pertenecer al Devoniano”. El Devónico propiamente dicho comenzaría con la denominada “Cuarcita de Base”, sobre la cual se conocen numerosos fósiles de este periodo. El registro paleontológico de los materiales silúricos se limita a las pizarras graptolíticas, con un total de 16 yacimientos distribuidos en los sinclinales de Almadén y Guadalmez, así como en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches. Las asociaciones más antiguas son atribuidas por los autores al Llandovery (término con el que discriminan el actual Aeroniense). La lista de graptolitos comprende formas de la Biozona de *Lituigraptus convolutus* (*Monograptus convolutus*, His., *M. lobiferus*, Mc Coy), de la de *Stimulograptus sedgwickii* (*M. distans*, Portl., *M. sedgwickii*, Portl., *M. runcinatus*, Lapw., *M. lobiferus*, Mc. Coy., *M. intermedius*, Carruth. y *Climacograptus hughesi*, Nich.). Más arriba, las asociaciones clasificadas como del Tarannon y Wenlock corresponden esencialmente a la Biozona de *Spirograptus turriculatus* s.l., con *Monograptus turriculatus*, Barr., *M. spiralis*, Gein., *M. proteus*, Barr., *M. dextrorsus*, Linn., *M. planus*, Barr., *M. priodon*, Bronn, *Petalograptus palmeus*? y *Climacograptus scalaris*, His. Los registros aislados de *M. priodon* en algunos yacimientos les llevan a no descartar la presencia del Wenlock fosilífero en algunas secciones, “pues esta especie es de mayor longevidad y abarca desde la zona 23 a la 29 de E. W.”. Los materiales del Wenlock estarían representados normalmente por pizarras grises y claras sin graptolitos. Tanto los yacimientos del “Llandovery” como los del “Tarannon” (asignables en su conjunto al Telychiense actual) brindaron algunos otros fósiles como *Conularia* sp., *Coleolus tenuicinctum*, Hall, *Coleolus* sp., *Avicula immunis*, Barr., *Posidonomya* sp., ostrácodos y lamelibranquios inclasificables. Finalmente, la parte superior de las pizarras resulta asignada al “Lower Ludlow” (sic) por la presencia de cuatro yacimientos que contienen *Monograptus nilssoni*, Barr., *M. dubius*, Suess., *M. varians*, Wood., *M. bohemicus*, Barr., *M. scanicus*, Tull. y *M. crinitus*?, Wood. Del conjunto de estos fósiles silúricos,



*Monograptus distans* ? Portl. X 3

zona 21 de E. W.

**Fig. 13.** Reproducción de uno de los graptolitos silúricos de Almadén, ilustrado por Almela *et al.* (1962, Lám. 2).

Almela *et al.* (1962, Lám. 2) describieron e ilustraron dos taxones, *C. tenuicinctum* y *M. varians* (Fig. 13), cuya revisión se aborda en nuestro apartado paleontológico. Los autores mencionan que las pizarras del tránsito al Devónico “suelen contener fucoides” (= icnofósiles horizontales de presunto origen algal), si bien no descartan la existencia de un hiato entre este periodo y el Silúrico.

Otra de las grandes aportaciones del trabajo de Almela *et al.* (1962) se da en el terreno tectónico. Para ello evalúan críticamente la estructura de pliegues presentada por todos los autores precedentes y ofrecen una interpretación totalmente nueva, apoyada en la aplicación de la fotogeología en la discriminación de las principales crestas cuarcíticas (Armoricana, Canteras, Criadero y Base del Devónico). Ello les permite definir y describir estructuralmente en detalle los sinclinales de Guadalmez y Almadén (que ellos denominan de Chillón), así como su prolongación occidental en el sinclinal de Garlitos, que hasta entonces habían sido objeto de trabajos parciales o puntuales sin tener en cuenta su encuadre estructural.

Cañada Guerrero (1962) señala que el “Gotlandés” podría estar representado por pizarras metamórficas en el valle del río Gualija, en afloramientos correspondientes al extremo noroccidental del sinclinal del Guadarranque.

Márquez Triguero (1963) añade dos nuevas “zonas” (del *Didymograptus* y del *Orthis actoniae*) a las divisiones establecidas por Born (1918) para el Siluriano inferior de Almadén. Discute la extensión y correlación de los materiales del Ordovícico superior, pero sorprendentemente integra en el “Valentiniense” (Gotlandiense) a la Caliza Urbana (= “Caliza con políperos, *Chaetetes* y Nautiloideos”), sin mediación de la Cuarcita del Criadero, pone a ésta en contacto con las “Ampelitas con *Monograptus*”, que atribuye al “Salopiense inferior” (Gotlandiense).

Romariz (1963) revisa una localidad inédita con graptolitos, recolectados en 1901 por el geólogo portugués J.F.N. Delgado en la vertiente oriental de “Serra Fria” (= Sierra Fría), en el flanco norte del sinforme de La Codosera, al oeste de Pino de Valencia (Cáceres). En las muestras originales, conservadas en los Servicios Geológicos de Portugal (actual LNEG) el autor identificó *Pristiograptus nudus nudus* (Lapw.), *Monograptus priodon priodon* (Bronn.) y *M. galaensis* Lapw., ilustrando un ejemplar de esta última especie (Romariz, 1963, Lám. 1, fig. 3).

Tamain (1964) expone algunos datos estratigráficos sobre las pizarras graptolíticas del Silúrico en el sector minero del Centenillo y Los Guindos (Jaén) y examina su contacto basal sobre diferentes términos de la sucesión ordovícica. El autor cree descubrir la existencia de una discordancia erosiva y/o angular de las ampelitas silúricas sobre las pizarras Chavera y las “Cuarcitas Superiores” (= Cuarcita Castellar), que interpreta como depósitos transgresivos del Llandovery medio sobre un paleorrelieve ordovícico afectado por movimientos paleocaledónicos. Asimila dicha discontinuidad a la discordancia Tacónica, sobre la cual “los relieves ordovícicos, ya poco marcados, fueron lentamente invadidos por un mar tranquilo, con concentraciones de graptolitos flotando cerca de las orillas”. Discrepando de su opinión, los cortes y esquemas estratigráficos aportados en su trabajo, se refieren a lugares afectados por la tectónica varisca. La discontinuidad creada por los “movimientos tacónicos”, y la ulterior transgresión de las pizarras graptolíticas, fueron reiteradas por el autor en trabajos posteriores (Tamain, 1967, 1968; Tamain *et al.*, 1969; Tamain in Chauvel *et al.*, 1969).

García de Figuerola (1965) aporta un bosquejo estratigráfico y estructural de los materiales paleozoicos en la Sierra de San Pedro, y reconoce una sucesión de 300 m de pizarras grises ampelíticas con banquitos finos de cuarcitas, al sur de La Aliseda, que debe englobar parte de la sucesión silúrica.

Bouyx y Saupé (1966) redescubren, sin saberlo, el yacimiento de graptolitos mencionado por Hernández Sampelayo (1926, 1960) en el paraje del Chorrillo al sur de Almadén, asignándolo correctamente al Ordovícico Medio en lugar de al Silúrico.

Richter (1967, 2008) subdividió la sucesión silúrica aflorante al sureste de El Centenillo en dos unidades: a la inferior la denominó Cuarcita del Llandovery (6-45 m), equivalente a la Cuarcita de Castellar de Henke (1926); y a la superior Pizarras con graptolitos (o Pizarras andalucíticas, 120-200 m), en cuya parte superior pueden intercalar pequeños bancos de arenisca de hasta 10 cm de espesor. Sobre esta última yacen las Capas Campana (> 800 m), una alternancia de grauvacas y pizarras arcillosas, que el autor considera del Carbonífero inferior. Las pizarras graptolíticas las atribuye al Llandovery superior, por lo que la cuarcita del Llandovery podría representar, en su opinión, el Llandovery inferior. Menciona dos yacimientos paleontológicos: el primero (F.12), conteniendo *Monograptus becki* y *M. priodon*, lo sitúa unos 400 m al sur de la Mina Pleito (abandonada); el segundo (F.13), junto a la desembocadura del barranco de Barragán, 500 m al este del puente del ferrocarril sobre el arroyo del Castellar. Allí identificó *Monograptus turriculatus*, *M. becki*, *M. priodon*, *M. cf. marri*, *Retiolites geinitzianus* y *Rastrites* sp. La edad de ambas localidades la estima como Llandovery superior.

De manera independiente a los discípulos de F. Lotze, Puschmann (1967) inicia estudios sobre el Paleozoico del flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches. En el sector de San Benito rectifica varios errores derivados del trabajo de Márquez Triguero (1961) y establece una columna general que comprende dos unidades para la sucesión silúrica: la Cuarcita Valentiense (30 m), atribuida al Valentiense inferior, en la que señala un nivel brechoide sinsedimentario; y las Pizarras Graptolíticas (aprox. 50 m), que comprenderían el Valentiense superior, Wenlock y Ludlow inferior. En la mitad inferior de la segunda unidad cita la intercalación de una vulcanita básica e ilustra un ejemplar de bivalvo (*Cardiola migrans* Barrande) procedente de un nódulo encontrado entre las ampelitas ricas en graptolitos. Entre las Pizarras Graptolíticas y la Cuarcita del Siegeniense, Puschmann (1967) sitúa una unidad de grauvacas y pizarras arcillosas con bancos cuarcíticos (60 m), en cuya parte superior (12 m bajo la cuarcita) cita el hallazgo de restos de bivalvos, tentaculítidos, braquiópodos y peces del Devónico inferior (Siegeniense).

Tamain (1967) promueve que la región de El Centenillo (Jaén) sea considerada como sección de referencia para el Ordovícico de Sierra Morena oriental. La unidad terminal de la sucesión ordovícica (“Cuarcitas Superiores” o de Castellar) es asignada con dudas tanto al Asghill terminal como al Llandovery basal, en una interpretación fundamentada por la “neta tendencia regresiva que recalca el final del ciclo ordovícico”.

Butenweg (1968, 2008) cartografía los materiales silúricos al sur de Aldeaquemada y este de Santa Elena (Jaén). El Silúrico comienza con la Cuarcita del Llandovery (45-60 m), atribuida al Llandovery inferior y prosigue con las Pizarras graptolíticas (> 150 m), del rango Llandovery superior a Ludlow?. Por encima se sitúan 800 m de areniscas y

pizarras descritas como “Capas de San Pablo”, asignadas al Devónico, a su vez sucedidas por las Capas Campana del Carbonífero. En la base de las pizarras silúricas localizó un yacimiento de graptolitos (que suponemos hacia Torre Alver) conteniendo *Monograptus turriculatus* (Barrande), *M. priodon* (Bronn) et (vel) -sic-, *M. becki* (Barrande), *M. exiguus* cf. *primulus* Bouček & Přibyl y *Rastrites linnaei*? Barrande. Estas identificaciones taxonómicas se deben a H. Jaeger, quien atribuye la asociación a la zona 22 de Elles & Wood.

Kettel (1968, 2008) cartografía el Paleozoico en un sector de Sierra Morena Oriental fronterizo entre las provincias de Jaén, Ciudad Real y Albacete. El Silúrico aparece integrado por la Cuarcita del Llandovery (20-60 m), de límite inferior transicional con las pizarras de Castellar (= Chavera), y por las Pizarras Graptolíticas (aprox. 200 m). Éstas últimas incluyen sendos tramos (pizarras arcillosas inferiores y superiores), separadas por un tramo discontinuo (de hasta 40 m) con liditas masivas, localizadas hacia la base, que se prosigue con alternancias de liditas y microcuarcitas. El autor cartografía estos tres tramos con detalle al noreste de Chiclana de Segura (Jaén), pero únicamente encuentra fósiles en las pizarras arcillosas del tramo inferior en tres yacimientos: cortijo viejo del Roblear, cerro Castrillón del Moro y río Guadalén, al norte del castillo de Montizón. La lista de formas identificadas comprende *Monograptus priodon* (Bronn), *M. becki* (Barrande), *Retiolites geinitzianus* (Barrande), y nautiloideos ortoconos. Kettel (1968) modifica en parte la datación asignada por Butenweg (1968) para las Capas de San Pablo, que este autor restringía al Devónico, pasando a considerarlas como una sucesión del tránsito Silúrico-Devónico (*Übergangsschichten Silurium/Devon*). La novedad estriba en el hallazgo, por parte de Kettel, de una asociación de braquiópodos del Devónico inferior en la Cuarcita de Base de las Capas de San Pablo, que lleva a considerar a que este tramo contenga el límite Silúrico-Devónico.

Ransweiler (1968, 2008) cartografía el Paleozoico de un sector comprendido entre el flanco sur del sinclinal de Guadarranque y norte del de Herrera del Duque; atribuye al Silúrico una sucesión de aproximadamente 100 m de espesor (*Obere Pelit-Serie*) localizada al sur de Fuenlabrada de los Montes. La integran pizarras arcillosas con nódulos, a veces micáceas y arenosas, que hacia la parte superior intercalan bancos finos de areniscas y cuarcitas. No encuentra fósiles.

En una síntesis general sobre el Silúrico ibérico, Walter (1969) actualiza el conocimiento estratigráfico del sistema en la Zona Centroibérica hispano-portuguesa, y propone su correlación con otras 17 sucesiones registradas en una transversal comprendida entre los Pirineos y las Béticas. Nuestra área de trabajo se corresponde con sus columnas “Extremadura central” y “noreste de Sierra Morena”, en las que destaca la existencia de una Cuarcita del Llandovery (Cuarcita Valentiense: 40-50 m), de base concordante sobre las pizarras del Asghill y techo posiblemente diacrónico dentro del Llandovery medio. La sucesión prosigue con las Pizarras Graptolíticas (40 m en Sierra Morena y 60-70 m en Extremadura), de edad Llandovery-Ludlow, con techo diacrónico a partir de la Biozona 36 de graptolitos. Finalmente, el Silúrico culmina con una sucesión de pizarras arcillosas y arenosas con grauvacas y bancos cuarcíticos, de potencia no precisada, pero que incluye el tránsito al Devónico inferior, en un momento en que el Pridoli aún no había sido definido como parte integral del Silúrico.

Gil Cid (1970) cita la presencia del graptolito silúrico *Monograptus tenuis* Portlock (sic) en los Montes de Toledo, pero el ejemplar ilustrado corresponde al fragmento de un didimograptido horizontal del Ordovícico Medio, edad que concuerda con la del yacimiento del arroyo del Acebrón (Gutiérrez-Marco, 1986)

Herranz Araújo (1970) avanza los resultados del estudio de los materiales paleozoicos en la comarca de La Serena (Badajoz), donde distingue dos grandes conjuntos litológicos de edad, al menos en parte, silúrica. Por un lado, el asignado al Caradoc-Silúrico inferior (?), con 60-100 m de cuarcitas negras, areniscas y cuarcitas ferruginosas, sucedidas por una alternancia rítmica de pizarras arenosas, cuarcitas y areniscas, y areniscas ferruginosas. Sobre el anterior se sitúa el conjunto “Silúrico s.l.” consistente, al menos, en 400-500 m de pizarras oscuras, casi ampelíticas, sin fauna salvo a base, y con nódulos arcillosos o limoníticos con orthoceras, con una sola intercalación cuarcítica de 20 a 30 m de potencia, discontinua y localizada hacia la parte media de la sucesión. Según el mismo autor, los materiales devónicos se apoyarían “claramente discordantes” sobre diferentes niveles del Ordovícico y Silúrico de la región.

Puschmann (1970) analiza la sucesión ordovícico-devónica del sinclinal de Herrera del Duque y diferencia los materiales silúricos en tres unidades. En primer lugar, la Cuarcita Valentiense, que observa subdividida en al menos dos crestas cuarcíticas separadas por pizarras “graptolíticas” o capas arenosas blandas, con una potencia conjunta de 30-35 m. En segundo lugar aparecen las Pizarras Graptolíticas (40-50 m), en las que encuentra restos indeterminables de estos fósiles, que según L. Greilling -sic- podrían dar una edad Ludlow, probablemente Ludlow inferior. El nivel fosilífero se sitúa 40 m sobre la base de esta segunda unidad, que en conjunto es atribuida al rango Wenlock-Ludlow inferior?. Finalmente, las “capas del tránsito Silúrico/Devónico” (*Übergangsschichten Silur/Devon*, 50-100 m) comprenden un tramo inferior de pizarras arcillosas y grauvacas (60 m?), atribuido al Ludlow medio?-Siegeniense basal; un tramo intermedio de grauvacas finas y bancos de cuarcita (18 m), y un tramo superior de pizarras arcillosas y grauvacas (25 m). Las dos últimas divisiones son asignadas al Siegeniense inferior por el hallazgo del braquiópodo *Schellwienella maior* (Fuchs) en el tramo intermedio.

Entre los años 1971 y 1982, el Instituto Geológico y Minero de España publica, a escala 1:200.000, una síntesis de la cartografía existente en diversas áreas centroibéricas con afloramientos de materiales silúricos, correspondientes a las hojas de Cáceres, Talavera de la Reina, Villarreal, Badajoz, Villanueva de la Serena, Pozoblanco, Linares y Villacarrillo (IGME, 1971a-1971d; 1972; 1982a-1982c). En las memorias acompañantes a la cartografía, se resume sucintamente la estratigrafía del Sistema en los distintos ámbitos, con datos tomados de autores precedentes, a los que se añaden diversos comentarios. Así, en la hoja de Cáceres (IGME, 1971a) se destaca que la transgresión silúrica condujo a una sucesión predominantemente lutítica en la se encontrarían representados todos los pisos por sus faunas de Graptolites, en tanto que el tránsito Ordovícico-Silúrico permanecería confuso. En la síntesis de la hoja de Talavera de la Reina (IGME, 1971b), se resalta que el Silúrico comenzaría en el “tercer nivel de cuarcitas” de Ransweiler (1968) y proseguiría con un tramo ampelítico, muy homogéneo a escala de la Meseta meridional, conteniendo graptolites del Valentiense (Llandovery-Tarannon), Wenlock y Ludlow. En las hojas de Villarreal-Badajoz (IGME,

1971c) se aporta una estratigrafía confusa, que mezcla datos de Las Villuercas, con derivados del sinclinal de La Codosera, donde se atribuye al Silúrico s.l. una potente serie pelítica “cuyo techo no ha podido identificarse”, sobre la que descansaría un Devónico discordante. En la síntesis correspondiente a Villanueva de la Serena (IGME, 1971d) se reproducen algunos de los datos ya conocidos de los sinclinales de Almadén y Herrera del Duque, inclinándose por atribuir las “Cuarcitas del Criadero” al Llandovery o, al menos, al Valentiense. Al año siguiente, la hoja de Villacarrillo (IGME, 1972) cartografía una unidad silúrica indiferenciada, compuesta por “cuarcitas, pizarras y calizas”, entre el suroeste de Villamanrique y Albaladejo, a la que no se hace alusión en la memoria acompañante. Finalmente, un decenio más tarde se publican las hojas sintéticas de Ciudad Real (IGME, 1982a), Pozoblanco (IGME, 1982b) y Linares (IGME, 1982c), que no aportan datos relevantes a la estratigrafía del Silúrico. Este sistema se describe únicamente en las hojas de Ciudad Real y Linares, apareciendo integrado por las cuarcitas de criadero, las pizarras grafitosas con abundantes graptolites y *Coleolus*, y las cuarcitas o areniscas cuarcitosas del tránsito Silúrico-Devónico. En la primera de estas unidades no se descarta que se sitúe el tránsito Ordovícico-Silúrico, de acuerdo con un informe minero inédito del IGME, fechado en 1970, al que no hemos tenido acceso.

Alía Medina *et al.* (1971) analizan la estratigrafía y estructura del Paleozoico del sector suroriental de la provincia de Ciudad Real, al norte de Despeñaperros. Diferencian para la sucesión silúrica un tramo basal cuarcítico, sucedido por pizarras negras con graptolitos, que intercalan “capas de areniscas y cuarcitas, a veces con ritmo flysch”, en la parte septentrional del área de trabajo. La potencia total para el Silúrico la estiman entre 400 y 600 m. El artículo compendia dos memorias inéditas de los autores, realizadas por encargo de la Junta de Energía Nuclear. En la primera, Capote del Villar y Hernández Enrile (1969) detallan las unidades de la sucesión Silúrico-Devónico inferior reconocidas al norte de Almuradiel (“series” del Viso y Virtudes), entre Almuradiel y Aldequemada (“Serie de Cañamero”) y al sur del paralelo de Aldequemada (“Serie de Galayo, cuarcitas de Torrealver, pizarras de La Cerrada y cuarcitas de San Pablo”). Los materiales indudablemente silúricos se concentran en las cuarcitas de Torrealver (= Castellar), de potencia sobrestimada entre 250-300 m, y las pizarras de La Cerrada suprayacentes (100 m), situadas a su vez por debajo del equivalente a las “capas de San Pablo” de Butenweg (1968). En un informe aparte, Chamón *et al.* (1970) describen la sucesión ordovícico-silúrica en la región de Viso del Marqués-Moral de Calatrava. Diferencian una “Serie cuarcítica de tránsito Ordovícico-Silúrico” (80 m), cuyo techo es atribuido con dudas al Llandovery e incluiría el equivalente a la cuarcita Castellar, y una sucesión de “pizarras y cuarcitas, a veces en ritmo flysch” (500-600 m), que correlacionan con la “Serie de Virtudes” del trabajo anterior, cuya sucesión tipo pertenece, en realidad, al Devónico Inferior.

Arbey y Tamain (1971) reinterpretan el contacto transgresivo de las pizarras graptolíticas silúricas sobre diferentes substratos, como consecuencia de una discordancia glaciaria similar a la sahariana. Según las observaciones presentadas para diferentes afloramientos del Centenillo y Los Guindos (Jaén), algunas superficies de las “Cuarcitas Superiores” (= Castellar) presentarían figuras de erosión glaciaria (rocas aborregadas con estrías, acanaladuras, marcas de presión y pulido glaciario), así como cambios de potencias en distancias cortas, que le hacen suponer la existencia de una superficie de “ravinement” (abarrancamiento erosivo) en el límite Ordovícico-Silúrico.

Tamain (1971) incide en las ideas del trabajo anterior y data como de finales del Valentiense inferior el inicio de la transgresión silúrica, merced a los graptolitos identificados por A. Philippot como *Rastrites peregrinus* Barr., *Monograptus sedgwicki* Portlock, *M. cf. proteus* Barr., *M. turriculatus* Barr., *M. becki* Barr., *M. crispus* Lapworth, *Climacograptus scalaris* Hisinger y *Petalograptus palmeus* Barr., de los que no especifica yacimiento. Según el autor, el depósito de las arcillas graptolíticas habría tenido lugar en aguas tranquilas y tal vez frías, resultando discordantes sobre los relieves causados por la glaciación del Ordovícico terminal, a veces con un marcado carácter angular. Dicha interpretación implica la edad ordovícica de las unidades previas a las Pizarras con Monograptidos, con lo que las “Cuarcitas Superiores” (= Castellar) pasarían a ser exclusivamente del Ashgill.

Corretgé y García de Figuerola (1971) reafirman la existencia de materiales fosilíferos del Silúrico en el sinclinal de Cáceres. Citan un nuevo yacimiento con graptolitos “en las inmediaciones del Marco”, donde C. Romariz identificó *Demirrastrites decipiens decipiens* (Törng -sic-), *Monoclimacis cf. muntius* (Barr), *Monograptus lobiferus* (Mc.Coy), *Pristiograptus jaculum* (Lapw.) y *Pristiograptus incomodus* (Törng -sic-), que corresponderían a la base del Llandovery medio (zona 19). Por encima de estos niveles se sitúan pizarras arenosas de tonos vinosos con “fauna de monograptus aún no clasificados” y, a techo, las calizas y areniscas devónicas o carboníferas. Como dato anecdótico, cabe resaltar que Tena-Dávila Ruiz y Corretgé Castañón (1982) imputan a “García de Figuerola, L.C. (1971)”, la recolección de otros graptolitos distintos a los que acabamos de mencionar, encontrados “junto al barrio del Obispo de la ciudad de Cáceres”. La reseña bibliográfica acompañante no se corresponde con este dato, que bien pudiera interpretarse como una comunicación personal, en vez de una publicación aparecida el mismo año que la de Corretgé y García de Figuerola (1971), única comprobada que contiene nuevos datos de graptolitos silúricos aparecidos en la ciudad de Cáceres.

Gil Cid *et al.* (1971) citan un afloramiento con graptolitos de “posible” edad silúrica en el sinclinal de Guadarranque-Gualija, dentro de una nota sobre fósiles ordovícicos.

Gutiérrez Elorza y Vegas (1971) constatan la inexistencia de afloramientos silúricos en los sinclinales de Río Viejas y Santa Lucía, considerando probable su presencia en el sinclinal de La Canaleja (= Monfragüe), y acreditada en el sinclinal de Guadarranque-Gualija, gracias a los yacimientos de “graptolites del Valentiniense” mencionados por autores previos.

La actividad de G. Tamain en Sierra Morena, inicialmente orientada al estudio de las mineralizaciones metálicas (Pb-Zn-Cu-Ag), prosigue con la creación de un grupo de trabajo francés en el Laboratorio de Geología Estructural y Aplicada de Orsay (universidad de París-Sur), en la que este autor dirige diversas tesis de tercer ciclo en el Paleozoico de las regiones de Almadén, Sierra Morena oriental y este de Extremadura, presentadas entre 1971 y 1980.

Bajo la dirección de Tamain, Péran (1971) presenta el estudio geológico de la región de Venta de los Santos, al este de La Carolina (Jaén). Siguiendo a su mentor, asigna las “Cuarcitas Superiores” (= Castellar: 50-70 m) al Ashgill, y sobre ellas sitúa discordantes las pizarras silúricas, que localmente pueden presentarse metamorfozadas y con andalucita. En las ampelitas cita dos yacimientos con monograptidos no especificados,



situados en la falda meridional del cerro Castellón del Moro y en la oriental del cerro Pedernoso, en ambos casos en los primeros 5 m por encima de la cuarcita. También cita un monograptido en los nódulos microcuarcíticos contenidos en las pizarras con andalucita al sur del cortijo de las Hazadillas. No obstante, la aportación más destacada de Pérán (1971) es la reinterpretación como rocas de origen volcánico de uno de los afloramientos de “liditas” de Kettel (1968), concretamente el situado en la carretera de Los Mochuelos a La Porrosa. El estudio petrográfico de estas rocas y de las de otro afloramiento próximo (A. Ovtracht en Pérán, 1971) permitió confirmar que se trataba de cenizas volcánicas, tal vez con restos de radiolarios, en un tramo que también contiene bancos arenosos. En cuanto al quimismo del volcanismo, los autores consideran una fuente básica muy próxima y una ácida bastante alejada.

En una segunda tesis presentada el mismo año, Poupon (1971) realiza nuevas investigaciones en la región de Aldeaquemada (Jaén), primeramente estudiada por Butenweg (1968). Considera complejas las relaciones Ordovícico-Silúrico, señalando una transición entre las “Cuarcitas Superiores” (= Castellar) y las pizarras silúricas en Torre Alver, o bien un contacto directo entre estas últimas y la Caliza Urbana al norte y noreste del cortijo de Palanco. No obstante, en la segunda localidad confunde las pizarras Chavera del Hirnantense, que aquí presentan “dropstones” de caliza, con las pizarras silúricas con graptolitos. Desde el punto de vista estratigráfico atribuye un espesor para la sucesión silúrica de, al menos, 150 m, compuesta esencialmente de pizarras graptolíticas. Cita monograptidos a menos de 1 m del contacto con las cuarcitas en la carretera de Palanco y “bivalvos de costillas gruesas” en los nódulos silíceos contenidos en pizarras metamórficas del castillo de Torre Alver.

Un segundo grupo de geólogos franceses que actuaba en la región de Almadén, son los investigadores del CNRS de la escuela de Nancy, tipificada por F. Saupé, quien realizó diversos estudios en torno a la mineralización de mercurio de dicho yacimiento. En un primer trabajo, Saupé (1971a) detalla la estratigrafía y petrografía de la Cuarcita del Criadero, que considera enteramente de edad “Valentense medio y/o inferior” (Llandovery) y concordante con las Pizarras con Graptolitos, a las que a su vez asigna un rango Valentense superior-Wenlock inferior. Por encima de la Cuarcita del Criadero diferencia una primera formación de varios metros de espesor (unidad 6), compuesta por pizarras fosilíferas ricas en pirita, que encierran nódulos con envuelta también pirítica. Según el autor, los nódulos representarían concreciones dolomíticas de origen diagenético precoz, con presencia de estratificación horizontal resaltada por fragmentos de conchas y “pequeñas concreciones claras” (¿secciones de ortocerátidos?), para las que debe excluirse una interpretación como bloques detríticos. En cuanto a los graptolitos, Saupé (1971a) cita varios yacimientos, con identificaciones realizadas por A. Philippot. El primero de ellos se sitúa en viejas labores del subsuelo de la mina de Almadén, 50 m al noroeste del pozo San Aquilino y algunos metros por debajo de la planta 11. Allí, y en inmediato contacto con el techo de la cuarcita, se identifican *Monograptus communis* (Lapworth), *M. distans* (Portlock) -sic-, *M. lobiferus* (M'Coy), *M. jaculum* (Lapworth), *M. cf. turriculatus* (Barrande), *Climacograptus scalaris* (Hisinger), *Petalograptus palmeus* (Barrande) y *Petalograptus* sp. La asociación la atribuye a las “zonas 20 a 22, es decir al Valentense medio”. Los restantes yacimientos de graptolitos se localizan en superficie, “en vecindad inmediata de la Cuarcita del Criadero” y corresponden a ocho localidades distintas. De un cruce de caminos en Almadén, del que aporta coordenadas, cita *Monograptus proteus*, Barr. y *M.*

*sedgwicki*, Portl. (yacimiento A1-193, zona 21). Del borde del arroyo, en la salida sur de Alamillo (yacimiento A5-39, zona 21) proceden: *M. gemmatus*, Barr. y *M. sedgwicki*, Portl. En el km 270,1 del ferrocarril Madrid-Badajoz menciona *M. cf. sedgwicki*, Portl. y *M. cf. priodon*, Bronn. (yacimiento A6-14). En la cima del meandro del río Valdeazogues, al oeste de Las Minetas (Almadenejos: yacimiento A7-127, zona 22?) señala *M. sedgwicki*, Portl. y *Retiolites (Gladiograptus) geinitzianus*, Barr. En el camino de acceso a la granja de Ballesteros, 300 m al noreste de la estación Chillón, encuentra *M. priodon?*, Bronn (yacimiento C8-61/2). En la Balanzona, al pie de la cota 472 y 6 km al norte de Santa Eufemia, cita *M. jaculum?*, Lapw. y *Diplograptus* sp. (yacimiento H4-6). En la pedrera frente a la casa oriental de Los Perrianes (Chillón), identifica *M. cf. proteus*, Barr. y *M. sedgwicki*, Portl. (yacimiento V5-47, zona 21). Por último, en la escombrera del pozo Arado (Mina La Nueva Concepción, Almadenejos) cita muestras sueltas con *M. proteus*, Barr., *M. crispus*, Lapw., *M. priodon*, Bronn, *Diplograptus* sp. y *Climacograptus* sp. (yacimiento P.A., zonas 21/22). De la lista de graptolitos resalta que cuatro especies se mencionan por vez primera en Almadén (*M. gemmatus*, *M. jaculum*, *M. crispus* y *R. geinitzianus*). Por encima de la formación de las Pizarras con Graptolitos, Saupé (1971a) define otra unidad a la que llama “Complejo Volcano-Sedimentario” (nº 7: 400 m), en la que incluye provisionalmente a la “piedra frailesca” (unidad 7.2). No obstante, el autor observa que, en rigor, tanto la formación 6 (pizarras negras) como 7.2 (frailesca) serían parte integrante de un único Complejo Volcano-Sedimentario, pero que separa a las primeras por su interés estratigráfico, y a la segunda porque aun no ha logrado aclarar sus relaciones con el complejo.

En un segundo trabajo, conexo con el anterior, Saupé (1971b) reconsidera a una escala diferente la estratigrafía del Silúrico de la región de Almadén. Sitúa a la Cuarcita del Criadero (unidad G<sub>a</sub>: 65 m), prácticamente en el Ordovícico terminal (columna acompañante), aunque la refiere al “Llandovery inferior y/o medio” (sic) en el texto. Incluye las Pizarras con Graptolitos en la parte baja de las “Alternancias Volcano-sedimentarias” (unidad G<sub>b</sub>: 400 m), describiendo seis yacimientos adicionales a los nueve de su trabajo anterior (Saupé, 1971a). La finalización del vulcanismo, de la que no puede afirmar su carácter sincrónico, da paso a las “Alternancias Argilítico-Arenosas” (unidad G<sub>c</sub>: 300 m), que culminan con la Cuarcita de Base (del Devónico) de Almela *et al.* (1962). Como dato interesante, Saupé (1971b) afirma no haber encontrado ninguna indicación de la discordancia tónica y érica, y sitúa provisionalmente el límite Silúrico-Devónico en el seno de la formación G<sub>c</sub>, habida cuenta de los hallazgos de Puschmann (1970), que demostraron que la Cuarcita de Base era más moderna de lo estipulado convencionalmente por Almela *et al.* (1962). Los resultados biostratigráficos del estudio de los graptolitos silúricos, señalan edades “Valentiense” y Wenlock para los distintos yacimientos descubiertos por Saupé y estudiados por A. Philippot. El más antiguo de esta segunda relación se atribuye al Valentiense medio y contiene *Monograptus cf. lobiferus* (Mc Coy), *M. proteus* (Barrande), *M. priodon* (Bronn), *Petalograptus palmeus* var. *latus* (Barrande) y *Climacograptus cf. rectangularis* (Mc Coy). El material procede de la base de la escombrera de una excavación realizada entre el km 5 de la carretera Almadén-Ciudad Real y la barra de cuarcita situada al sur del mismo (muestra A1-409, zonas 19/23). Otros ejemplares de la misma localidad se atribuyen al Valentiense superior (muestra A1-119, zonas 20/24) e incluyen *M. communis* (Lapworth), *M. griestoniensis* (Nicol), *Diplograptus* sp. y *Retiolites (Gladiograptus) geinitzianus* (Barrande). En el arroyo de la Villa, al sur de Chillón, se cita *M. priodon* (Bronn), del límite Valentiense-Wenlock

(yacimiento C4-147, zonas 22/29). La siguiente localidad se sitúa en el km 14,250 de la carretera Almadén-Ciudad Real, en cuyo talud se encontraron dos niveles con graptolitos: el uno contiene *M. cf. sedgwicki* (Portlock), *M. priodon* (Bronn), *M. vomerinus* cf. var. *gracilis* (E.K.) y *M. dubius* (Suess), y el otro *M. priodon* (Bronn), *M. vomerinus* var. *gracilis* (E.K.), *M. vomerinus* (Nicholson), *M. dubius* (Suess) y *M. cf. flemingi* (Salter). El primero fue extrañamente asignado al Wenlock inferior (yacimiento A6-21, zona 26), y el segundo nivel (A6-21/10) a las zonas 26/30 del citado piso. De la cresta Los Cuchillos, 2,5 km al oeste de la carretera a El Borracho, proceden *M. vomerinus* var. *gracilis* (E.K.) y *Cyrtograptus* (*Barrandeograptus*) *pulchellus* (Tullberg), atribuidos al Wenlock inferior (yacimiento S8-38, zona 26?). Con referencia al antiguo paso a nivel existente en la carretera entre Almadén y Alamillo, Saupé (1971b) cita dos puntos: el situado 1500 m al suroeste del mismo (330 m al noreste de la carretera), contiene *M. priodon* (Bronn) (loc. C8-183, zonas 22/29); y el situado 900 m al suroeste del paso a nivel (50 m al noreste de la carretera), con *M. sedgwicki* (Portlock), del Valentiense superior (loc. C8-145, zona 21).

Vegas (1971) se hace eco de la existencia de Silúrico fosilífero en la Sierra de San Pedro, y considera que este sistema puede extenderse a otros afloramientos de pizarras situados sobre las cuarcitas ordovícicas entre Hornachos y Retamal (Badajoz), ya en el Dominio de Obejo-Valsequillo.

Romariz *et al.* (1971) citan un nuevo yacimiento con graptolitos silúricos en el sinclinal de Guadarranque, descubierto por Gutiérrez Elorza y Vegas al suroeste de Navatrasierra (Cáceres). Las formas identificadas son *Monograptus mutuliferus mutuliferus* Gort., *Monoclimacis flumendosae* (Gort), *Mcl. hemipristis* (Menegh. em. Gort.) y *Mcl. hemipristis gonii* (Menegh. em. Gort.); una asociación que atribuyen al Wenlock de tipo mediterráneo (“fauna Sárdica” endémica), cuyos hallazgos en la Península Ibérica se amplían también a otros tres puntos de Pirineos.

Tamain (1972) reafirma, en su tesis doctoral, buena parte de las observaciones publicadas en sus artículos precedentes, dedicando un capítulo especial a ampliar y detallar las “pruebas” de la existencia de una discordancia glaciaria en la base de la sucesión silúrica, que en su opinión representaría “la primera referencia europea indiscutible de una glaciación en los límites del Ordovícico y del Silúrico”. En su capítulo estratigráfico sobre el Silúrico, Tamain (1972) precisa la ubicación de seis yacimientos en las pizarras graptolíticas conteniendo distintas especies del Llandovery medio y, sobre todo, del Llandovery superior, identificadas por A. Philippot, y en parte ilustradas (Fig. 14). A la zona 20 de Elles y Wood (Aeroniense, aprox. Biozona de *Lituigraptus convolutus*) atribuye el hallazgo de *Rastrites peregrinus* (Barr.) en un yacimiento situado 300 m al sur del pozo Julio (El Centenillo). La lista sintética, derivada de tres localidades asignadas a las zonas 21-22 (límite Aeroniense-Telychiense, Biozonas de *Stimulograptus sedgwickii* a *Spirograptus turriculatus* s.l.), comprende las especies *Monograptus sedgwicki* (Portl.) (Fig. 14; 1, 3), *M. cf. sedgwicki* (Portl.) (Fig. 14; 2), *M. cf. proteus* (Barr.) (Fig. 14; 9), *M. becki* (Barr.) (Fig. 14; 7), *M. turriculatus* (Barr.) (Fig. 14; 8), *Climacograptus scalaris* (Hising.) (Fig. 14; 4) y *Petalograptus palmeus* (Barr.) (Fig. 14; 10). Los yacimientos se sitúan en la salida sur del Centenillo, 350 m al suroeste del pozo Avetarda (sic) y al oeste de la casa de Nava-el-Sach, entre ésta y el río Esparragones (= Cascajoso), respectivamente. Por último, una localidad situada a 200 m al oeste-noroeste del pozo Nuevo del Centenillo,

suministró ejemplares de *M. crispus* Lapw., que atribuye a la zona 23 (Biozona de *Streptograptus crispus*). Además de los graptolitos, las pizarras negras del pozo Avutarda contienen bivalvos y “cf. *Coleolus* sp.” (considerado un conulárido), y diversas localidades incluyen nódulos fosilíferos. Según Tamain (1972) los nódulos tienen una constitución que pasa de microcuarcita a arenisca limonítica pulverulenta, con núcleo original de pirita, y contienen ortocerátidos y restos de monograptidos en, al menos, tres localidades. Por encima de la unidad inferior de “Pizarras con Monograptidos” y su equivalente metamórfico lateral (pizarras con andalucita), el autor recoge la existencia de los niveles locales con liditas y vulcanitas mencionados por Kettel (1968) y Pérán (1971), y de una tercera unidad de dominio arenoso, que atribuye ya al Devónico por comparación con datos biostratigráficos recogidos en la región de Almadén. En cuanto al vulcanismo del techo de las pizarras silúricas con graptolitos, destaca su carácter polimorfo, “de ácido a muy medianamente básico” y su correlación con unidades de la Alta Franconia, sur del Macizo Armoricano y, tal vez, con la “piedra fraileasca” de Almadén, esta última en relación geométrica con las pizarras con graptolitos. Debido a las discrepancias entre las observaciones del autor con las de trabajos previos, y a la existencia de una importante tectónica tangencial que afecta a la totalidad de las pizarras silúricas, Tamain (1972) considera imposible establecer una potencia concreta para Silúrico de Sierra Morena oriental.

Saupé (1973), en su tesis doctoral consagrada al estudio del yacimiento de mercurio de Almadén, reitera para el Silúrico las divisiones estratigráficas establecidas en sus trabajos previos (Saupé, 1971a, 1971b) atribuyendo al Llandovery las unidades Ga (Cuarcita del Criadero) y la base de la unidad Gb (Alternancias volcano-sedimentarias), quedando el Wenlock representado en Gb, el Ludlow en Gb y parte de Gc (Alternancias argilitico-arenosas) y el “Downton” también en Gc. En relación a las pizarras “carburadas” con graptolitos, afirma que el ambiente de sedimentación debió permanecer estancado y poco profundo, donde las tenues conchas de los macrofósiles podrían denotar tanto una disolución post-mortem como un medio confinado próximo al nivel del mar. Realiza también estudios petrográficos en los nódulos de las pizarras con graptolitos, en los que encuentra dolomita primaria, fragmentos de gasterópodos de concha fina, foraminíferos globosos, algas incrustantes y granos de cuarzo detrítico, corroídos por los carbonatos.

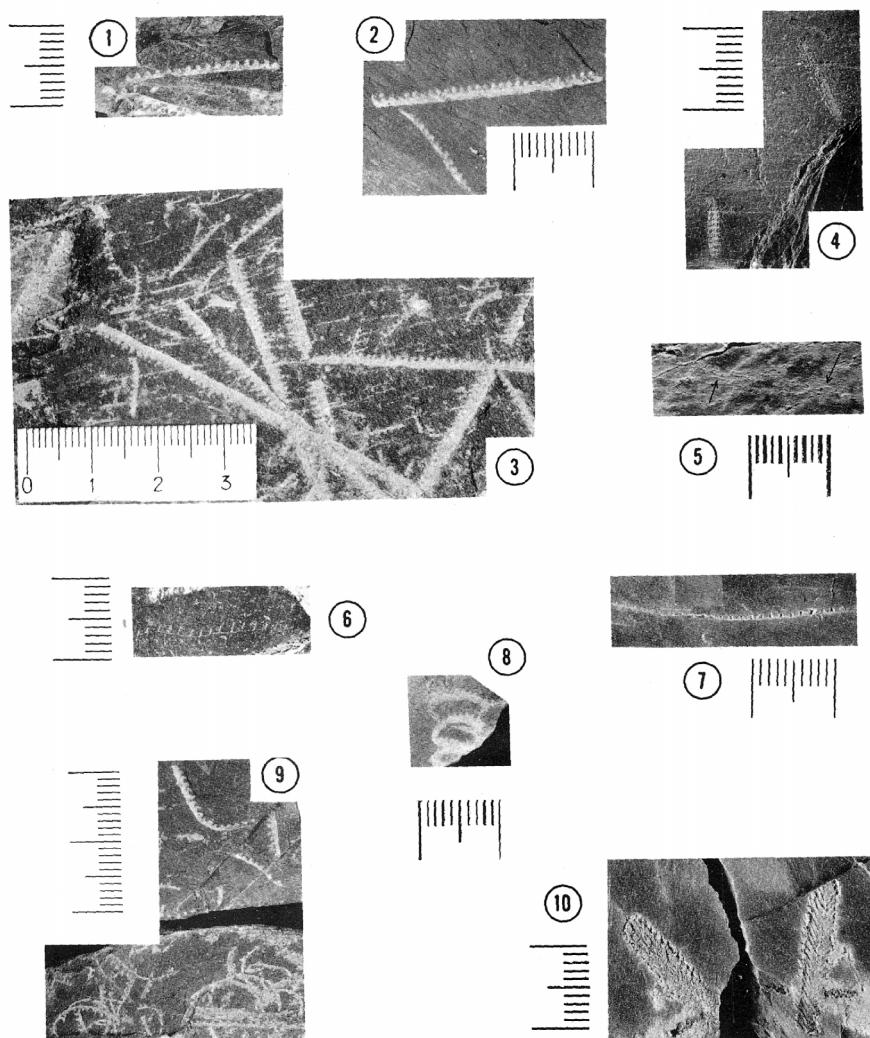
Julivert *et al.* (1974) integran cartográficamente, a escala 1:1.000.000, todos los afloramientos silúricos de la recién establecida Zona Centroibérica. En la memoria acompañante a su mapa de 1972, diferencian para el área dos unidades silúricas principales: de una parte, los “esquistos negros con monograptidos y nódulos con orthoceras” y, de otra, los “esquistos decolorados alternando con areniscas finas decimétricas, localmente ferruginosas y con numerosas pistas”, que comparan con las “Psammities Mauves” de los autores franceses. En los cortes estructurales acompañantes llegan a apreciarse dos tipos de facies dentro de la sucesión ampelítica, que no detallan.

Hammann (1974, 1976) realiza algunas consideraciones sobre el límite Ordovícico-Silúrico en el llamado “Surco Andaluz”, que incluye las principales sucesiones de la Zona Centroibérica meridional (= “Zona Lusitánico oriental-Alcudiense” de Lotze, 1945). El mayor exponente de una posible disconformidad erosiva entre ambos sistemas, lo sitúa en El Centenillo (Jaén), donde siguiendo los trabajos de Tamain (1971 y posteriores) concluye que las pizarras graptolíticas del Silúrico llegan a apoyarse

sobre distintos términos de la sucesión ordovícica, entre cuyo basamento cita a los “Bancos Mixtos”, la Caliza Urbana, las Pizarras Chavera o la Cuarcita de Castellar. Sin embargo, la ruptura sedimentaria consiguiente no se decide a interpretarla como consecuencia de movimientos tectónicos o como un efecto local de la glaciación ordovícica, que en los lugares indicados por Arbey y Tamain (1971) involucran, en realidad, contactos tectónicos en lugar de transgresivos.

Julivert y Truyols (1974) estudian la sucesión ordovícica del sinclinal de Guadarranque (Cáceres) y diferencian en la transversal de Navatrasierra (flanco sur) una sucesión post-Caradoc con dos unidades: una inferior de cuarcita blanca (50 m), probablemente silúrica, correlacionable con la cuarcita de Las Majuelas (Gil Cid *et al.*, 1976); y una superior (pizarras ampelíticas con *Monograptus*), ya claramente del Silúrico.

Pl. XV



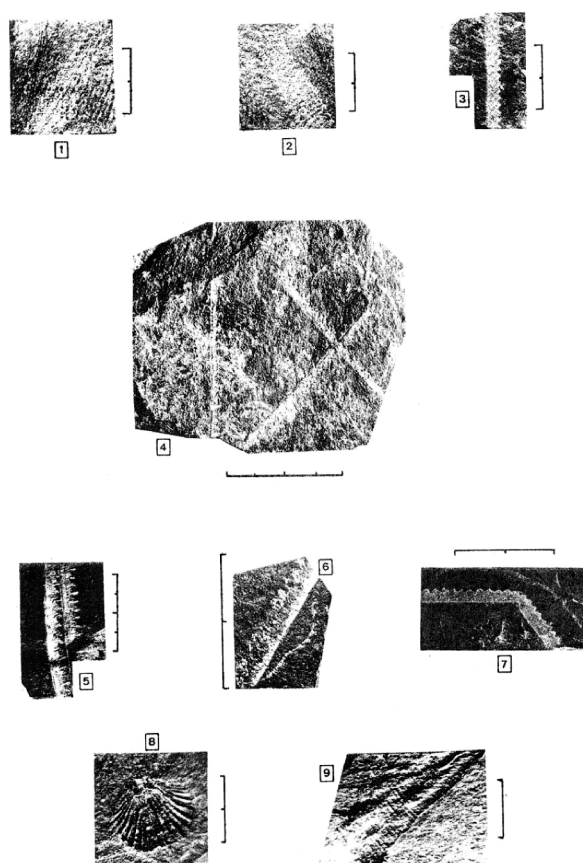
**Fig. 14.** Reproducción de la lámina de graptolitos de la región de El Centenillo (Jaén), original del trabajo de Tamain (1972, Lám. 15).

Lauret (1974) realiza el estudio geológico de la región comprendida entre Almadén y Almadenejos y presenta varios datos estratigráficos y paleontológicos sobre la sucesión silúrica. Bajo la dirección de G. Tamain, atribuye la Cuarcita del Criadero al techo del Ordovícico, aunque no encuentra pruebas de una discordancia glaciaria en el límite Ordovícico-Silúrico, y en las conclusiones pasa a considerar la unidad “Ashgill terminal o Llandovery basal”. Por encima diferencia unas “Pizarras grafitosas con Monograptidos” a las que adscribe dos yacimientos, con identificaciones taxonómicas de H. Jaeger. El primero corresponde a la localidad A6-14 de Saupé (1971a), situada en el km 270,1 de la vía férrea, donde encuentra *Retiolites geinitzianus* Barr. y *Monograptus priodon* Bronn, considerados de las zonas 25-26 de Elles y Wood (Biozonas de *M. crenulata* y *C. murchisoni*, del límite Wenlock-Ludlow). La segunda localidad es la misma que la A6-21 de Saupé (1971b) en el km 14,250 de la carretera Almadén-Ciudad Real. Los abundantes ejemplares recogidos proceden de diferentes niveles del Wenlock, entre los que se identifica la zona 26 (Biozona de *Cyrtograptus murchisoni*) conteniendo *M. cf. aduncus* Bouček, *M. dubius praedubius* Bouček, *M. priodon* Bronn, *M. vomerinus* Nicholson y *Retiolites geinitzianus* Barrande. A la zona 27 (Biozona de *Monograptus riccartonensis*) le atribuye la asociación de *M. riccartonensis* Lapworth, *M. dubius* Suess y *M. priodon* Bronn, señalando la presencia de rocas sueltas conteniendo bivalvos, órtilos y conuláridos, entre ellos uno muy parecido a la forma ilustrada por Almela *et al.* (1962) como *Coleolus tenuicinctum* Hall. Lauret (1974) ilustra material del segundo yacimiento (Fig. 15). Por encima de los materiales graptolíticos, aparecen las “Alternancias volcano-sedimentarias”, con pizarras de color beige, ligeramente micáceas o arenosas, alternancias en bancos cuarcíticos de 10 a 15 cm de espesor y rocas volcánicas básicas muy alteradas. La sucesión prosigue con 300-400 m de “Areniscas malvas” (*psammites mauves*), reconocibles también por su alto contenido en micas flotadas, la presencia de notables estructuras sedimentarias (estratificación cruzada, flute-cast, cantos blandos) y bioturbación. Los únicos restos fósiles encontrados fueron fragmentos indeterminables en los cantos blandos, un pedúnculo de crinoideo de 10 cm de longitud y una curiosa pista festoneada. En ausencia de datos biostratigráficos Lauret (1974) sitúa tentativamente el límite Silúrico-Devónico dentro de las “Areniscas malvas”. Por lo que se refiere a las rocas magmáticas, Lauret (1974) afirma que la “piedra frailesca” no está interestratificada, sino que se presenta en macizos más o menos circulares, preludiando su interpretación como diatremas por autores posteriores.

En 1976 se inicia la publicación de las primeras hojas geológicas de la segunda serie del Plan MAGNA a escala 1:50.000, que involucran materiales paleozoicos surcentroibéricos con afloramientos silúricos. La edición de nuevas hojas continuó esporádicamente en años sucesivos, incluyendo el Silúrico del área de trabajo, que fueron publicadas entre 1982 y 1990 y a partir de 2003. Sin embargo, de las 11 hojas concluidas con posibles afloramientos silúricos, que restan por publicarse en formato papel, a sólo dos de ellas puede accederse a su cartografía digital, a través de la página web del IGME.

El Silúrico del norte de Jaén (áreas de El Centenillo-La Carolina) fue cartografiado para el proyecto MAGNA por Castelló Montorí y Orviz Castro (1976) y Orviz Castro *et al.* (1976), respectivamente. Estos autores atribuyen la Cuarcita Castellar (6-30 m) al intervalo Ashgill-Llandovery, en ausencia de fósiles. Consideran a la unidad concordante sobre la unidad subyacente y la subdividen en un tramo inferior de

cuarcitas blanquecinas en capas gruesas, un tramo medio de cuarcitas oscuras y uno superior también de cuarcitas oscuras con delgadas intercalaciones de pizarras arenosas. La sucesión silúrica propiamente dicha continúa con las “Pizarras de graptolites”, generalmente muy metamorfizadas en la región. Se trata de 150 m de pizarras arcillosas y grafitosas negras, ricas en pirita, cuya edad, basada en los trabajos de Henke y Hundt (1926) y Habermelner (1931), sería Llandovery medio-superior.



**Fig. 15.** Reproducción de las ilustraciones de graptolitos silúricos, entre otros fósiles, aportados por Lauret (1974, Lám. 7) en el sector de la mina de El Entredicho (Almadenejos, Ciudad Real).

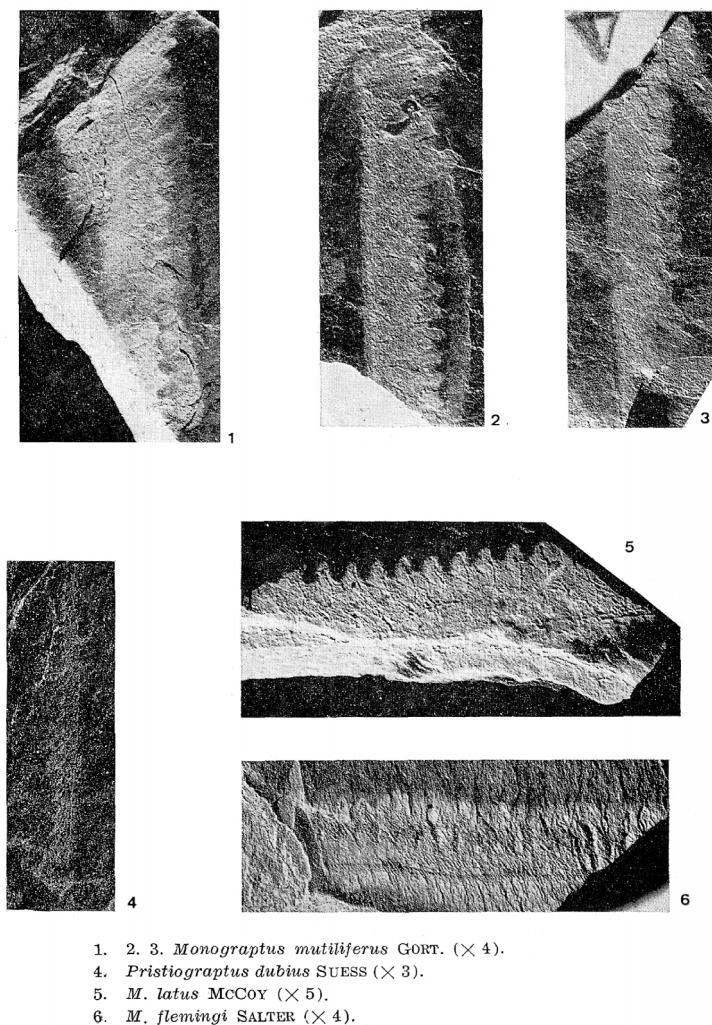
Charpentier (1976) aborda un nuevo estudio geológico y minero al norte de La Carolina, sin encontrar evidencias típicas de glaciación en el contacto entre las Cuarcitas Superiores o Castellar y las Pizarras con Monograptidos, por lo que propone considerar al afloramiento descrito en la casa de aguas del Centenillo (Arbey y Tamain, 1971) como la “*manifestación puntual* de un episodio glaciario conocido en múltiples puntos de Europa y África”, observación corroborada por F. Arbey. Como datos propios cita el hallazgo de graptolitos silúricos en cuatro afloramientos: al oeste del río Renegadero (carretera al pozo Federico), 100 m al norte del lavadero Manzana (en la carretera al pozo Guindo), en el barranco al norte de la mina Urbana antigua y 1 km al sur del pozo Federico. En ausencia de identificaciones taxonómicas considera para el material posiblemente una edad Llandovery medio a superior.

Gil Cid *et al.* (1976) describen la sucesión ordovícico-silúrica en la transversal de Navatrasierra (Cáceres) del sinclinal de Guadarranque-Gualija. Por encima de la Cuarcita de las Majuelas, de edad imprecisa en el tránsito Ordovícico-Silúrico, diferencian 6 m de pizarras ampelíticas ricas en graptolitos del Valentiense Superior/Tarannon inferior (*Monograptus priodon priodon* Bronn., *M. mccoys* Lapw., *M. halli* Barr., *Pristiograptus variabilis* Perner: zonas 23-26 de Elles y Wood). Le sigue la “Alternancia rítmica inferior” (60-80 m), formada por una alternancia centimétrica de pizarras grises y cuarcitas, con dos yacimientos de graptolitos del Salopiense. El primero corresponde al punto citado por Romariz *et al.* (1971), cuyo reestudio aporta una amplia relación de formas del Wenlock superior (zona 30 de Elles y Wood), “de facies típicamente sárdica o mediterránea, con *Monograptus latus* McCoy, *M. mutuliferus mutuliferus* Gort., *M. m. strigosus* Gort., *M. flemingi flemingi* Salt., *Monoclimacis flumendosae* Gort., *Mcl. hemipristis* Menegh. em Gort., *Mcl. hemipristis gonii* Menegh. em Gort., *Pristiograptus sardous eximius* Gort. y *P. meneghini meneghini* Gort. El segundo yacimiento se localiza en la carretera de Puerto de San Vicente a Alía y contiene *Pristiograptus dubius dubius* Suess. Por encima de la segunda unidad fosilífera, y previa a una nueva unidad alternante, se sitúa el “Nivel de pizarras bandeadas”, formado por 40-50 m de pizarras gris oscuras con laminaciones arenosas. Le sigue la “Alternancia rítmica superior” (100-150 m), en la que alternan ritmos centimétricos de pizarras y cuarcitas grises, y en cuya parte media se localiza un nuevo yacimiento de graptolitos, conteniendo *Monograptus uncinatus uncinatus* Tulb. y *Pristiograptus transgrediens praecipuus* Prib. La asociación la atribuyen al Ludlow inferior (zonas 32-33 de ellos y Wood) y algunos de estos graptolitos fueron ilustrados en el trabajo (Fig. 16). Por último, la sucesión culmina con un “Nivel de pizarras grises” sin fósiles (100 m), que no se deciden a asignar al Silúrico terminal, o bien al Devónico basal. Desde el punto de vista de la correlación, resaltan la ausencia de rocas volcánicas intercaladas en la sucesión silúrica, a diferencia de lo que sucede en otras áreas surcentroibéricas, del Sistema Central y del sur de la provincia de Salamanca.

Gumiel *et al.* (1976) estudian la sucesión ordovícico-silúrica en un sector del sinclinal de La Codosera (Badajoz), citando sus semejanzas con la de la Sierra de San Pedro, que en conjunto presentan singularidades, a escala centroibérica, por su carácter “flyschoides”. En este sentido, describen el Silúrico de La Codosera como una potente serie de esquistos ampelíticos, ricos en materia carbonosa y colores casi negros, que intercalan bancos de cuarcitas oscuras, calcoesquistos, material volcánico ácido (cineritas) y básico (diabasas). En opinión de los autores, algunos icnofósiles encontrados en las cuarcitas, parecen “corroborar la datación de estos materiales como silúricos”.

Lozac’h y Vidal (1976) estudian la geología de los materiales paleozoicos del extremo occidental de los sinclinales de Almadén y Guadalmez, así como un pequeño sector del flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches, al este de Cabeza del Buey. Aunque siguiendo a Tamain (1972) atribuyen las “Cuarcitas Criadero” al Ordovícico, acaban reconociendo que esta decisión fue tomada “de manera puramente arbitraria” y que tampoco encuentran ninguna evidencia a favor o en contra de la glaciación descrita por Arbey y Tamain (1971) en El Centenillo, que en todo caso parece puntual (Arbey in Charpentier, 1975). La primera unidad claramente silúrica serían las Pizarras con Graptolitos (Sm), en las que emplazan dos pequeños cortes al sur de Capilla y este de Cabeza del Buey (Badajoz), el segundo de los cuales intercala varias intercalaciones





1. 2. 3. *Monograptus mutiliferus* GORT. ( $\times 4$ ).  
4. *Pristiograptus dubius* SUESS ( $\times 3$ ).  
5. *M. latus* MCCOY ( $\times 5$ ).  
6. *M. flemingi* SALTER ( $\times 4$ ).

**Fig. 16.** Reproducción de algunos graptolitos del Wenlock del sinclinal de Guadarranque ilustrados por Gil Cid *et al.* (1976, Lám. 2), que corresponden a fragmentos mesidistales de colonias muy deformadas (“fauna Sárdica”).

volcánicas. Ambos son fosilíferos, con monograptidos en las pizarras y graptolitos y “braquiópodos de costillas gruesas” en los nódulos carbonatados del túnel de Cabeza del Buey. Los graptolitos fueron identificados por H. Jaeger, quien compuso una lista sintética derivada de los puntos 27, 28 (ambos al sur de Capilla) y 31 (dehesa de Piedra Santa, río Guadalmez), conteniendo *Climacograptus innotatus brasiliensis* Ruedemann, *Monograptus spiralis contortus* (Nicol), *M. cf. griestoniensis* (Nicol), *M. cf. marri* Perner, *M. nudus* Lapworth, *M. veles* Richter, *M. dubius* Suess, *Retiolites* (*Pseudoplegmatograptus*) *obesus* (Lapworth) y *Petalograptus altissimus* Elles y Wood. El conjunto de estos taxones los remite a la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* (zona 24 de Elles y Wood). Por encima de las ampelitas Lozac’h y Vidal (1976) sitúan la serie volcano-sedimentaria (Sb: 295 m), que describen con cierto detalle para el sinclinal de Garlitos (= sinclinal de Almadén). Sobre esta unidad se sitúan la serie arenosa malva (SD: 200-250 m), subdividida en dos tramos: uno arenoso basal (50-75

m), todavía del Wenlock, y otro superior de pizarras y areniscas finas, con bioturbación y estructuras sedimentarias, que puede terminar con bancos cuarcíticos (175 m). Este último lo atribuyen al Ludlow-Downton, con tránsito al Gedinense.

En 1977 aparece la primera hoja de la segunda serie MAGNA que consigna la presencia de posibles materiales silúricos en el Dominio Obejo-Valsequillo. Sánchez Cela y Gabaldón López (1977) cartografían y describen someramente “una serie compresiva Ordovícico-Silúrico” (su *Serie Superior. Cuarcitas y pizarras*), carente de fósiles determinativos, sobre la que yacen discordantes los materiales atribuidos al Devónico Inferior-Medio. La revisión detallada del conjunto no se verifica hasta el trabajo de Herranz Araújo (1984, 1985), quien restringe notablemente los posibles afloramientos silúricos dentro de la hoja de Zalamea de la Serena. Éstos se limitarían a una banda discontinua que se extiende desde la esquina noroccidental, entre Retamal e Higuera de La Serena, a su borde oriental, al suroeste de Monterrubio de La Serena.

Walter (1977) publica los resúmenes y mapas originales de diversas tesis doctorales realizadas por los discípulos de F. Lotze en la parte meridional del Macizo Ibérico, en varias de las cuales se citan unidades fosilíferas del Silúrico surcentroibérico (Bochmann, 1956; Machens, 1954; Kelch, 1958; etc.).

Ríos Aragüés (1977, 1978) estudian los materiales paleozoicos del área minera de La Carolina-Santa Elena (Jaén). Sitúa a la cuarcita Castellar como “techo del Ordoviciense”, y asigna al “Siluriano (Gotlandés)” una sucesión de 100-150 m de pizarras negras con piritita y grafito, además de frecuentes nódulos limonizados, e intercalaciones de areniscas y cuarcitas observadas por el autor al oeste de El Centenillo. El contacto con el Devónico, que interpreta como discordante, coincidiría con una costra ferruginosa (hiato sedimentario de tipo “hard ground”). En la base de la sucesión silúrica cita “abundantes graptolites”, con multitud de yacimientos localizados al oeste de El Centenillo, con tres puntos con formas identificadas por T. del Pan Arana (en Ríos Aragüés, 1977) como *Orthograptus vesiculosus* (Nicholson) y *Monograptus chimaera* (Barr.), encontrados al sur de la casa de Las Hazadillas, cerca del contacto con la cuarcita Castellar; *Monograptus priodon* (Broun.), citado en la margen izquierda del arroyo Venero, en las proximidades de la casa Huerta; y *Streptograptus lobiferus* (M'Coy), procedente del sureste del cerro Guindillo. El conjunto de estos graptolitos se asigna al Llandoveryense medio y superior (zonas 19 a 23 de Elles y Wood).

Blachère (1978) presenta el estudio geológico-minero del sector central del sinclinal de Almadén, en la transversal de Chillón. Como otros miembros de la escuela francesa de Orsay, incluye las “Cuarcitas del Criadero” en el Ordovícico, pero no encuentra evidencias de glaciación en su área de estudio. Entre dicha unidad y la “cuarcitas siegenienses”, divide la sucesión silúrica en unas “Pizarras negras con Monograptidos”, en las que describe cinco yacimientos de edad Llandovery; las “Alternancias volcano-sedimentarias” (400 m), que comienzan en el límite Llandovery-Wenlock y alcanzan probablemente el Ludlow; unas “alternancias arenosas” (*Alternances schisto-gréseuses psammitiques*: 45 m) con mucha mica, pistas unilobuladas y numerosas estructuras sedimentarias; y finalmente unos “niveles arenosos del Siluro-eodevónico” (5 m), que sirven de tránsito a la cuarcita siegeniense. Las identificaciones paleontológicas de los graptolitos fueron realizadas por H. Jaeger, quien determinó en la localidad 23 (mina La Cucharrada) *Monograptus* sp. cf. *M. distans*? Portlock, *M.* sp. cf. *M. sedgwickii*? Portl. y un diplograptidae indeterminable, de las zonas 19 a 25 de Elles y Wood. En la

localidad 24 (paraje de Las Zahurdas) cita *Climacograptus innotatus brasiliensis* Ruedemann, *Petalograptus altissimus* Elles y Wood, *M. cf. spiralis contortus* Perner, *M. cf. marri* Perner, *M. griestoniensis* ? Nicol y Retiolitidae indet., de las zonas 22 a 24 de Elles y Wood. En el yacimiento 25 (paraje de Valdelamoza-El Conejo) identifica *C. innotatus brasiliensis* Ruedemann, *P. tenuis* Barrande, *M. spiralis contortus* Perner, *M. marri* Perner, *M. cf. tullbergi* Bouček, *M. sp. ex gr. vomerinus* Nicholson y *Retiolites cf. geinitzianus* Barrande, de las zonas 24 y 25. En la localidad 26 (confluencia de los arroyos Mimbres y de las Piedras) los graptolitos presentes son *M. cf. dubius* Suess, *M. sp. ex gr. vomerinus* Nicholson, *M. sp. ex gr. priodon* Bronn. y *Cyrtograptus sp. ?* indet., asociación tal vez perteneciente a la zona 25 del Llandovery superior. El quinto y último yacimiento se sitúa en los alrededores del km 10 de la carretera Almadén-Córdoba (sinclinal de Guadalmez) y contiene *C. innotatus brasiliensis* Ruedemann, *M. cf. marri* Perner, *M. proteus* Barrande, *M. veles* Richter y un Retiolitidae indet., de las zonas 24 y 25 de Elles y Wood. Además de graptolitos, los niveles con monograptidos contienen pterópodos, braquiópodos y bivalvos. Jaeger (in Blachère, 1978) enfatiza el hecho de encontrar por vez primera en Europa el graptolito *Climacograptus innotatus brasiliensis*, una forma del Llandovery medio sudamericano y norteafricano, que en España se registra al menos hasta la zona 24 (Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*).

Pérez Lorente (1979) analiza la sucesión paleozoica en el sector de Pozoblanco-Belmez (Córdoba), en el Dominio Obejo-Valsequillo. Por encima de las denominadas “Cuarcitas de Cámaras Altas”, del Ordovícico Superior, señala “un cambio muy brusco en la sedimentación”, pasando a una unidad de edad imprecisa (Asghill-Silúrico), carente de facies ampelíticas. Se trata de una alternancia de pizarras y cuarcitas de tonos oscuros, de carácter turbidítico y de 50 m de potencia media, que hacia arriba se continúa en las “Cuarcitas negras” (40 m), de probable edad devónica, formadas por capas decimétricas de areniscas de tonos oscuros y delgadas intercalaciones pizarrosas del mismo color, a las que se llega por un aumento progresivo en el espesor y cantidad de capas arenosas con respecto a las pizarras.

Santos García y Casas Ruiz (1979) realizan el estudio estratigráfico del Paleozoico en el sinclinorio de São Mamede-La Codosera (Badajoz), que constituye la prolongación española del sinclinal de Portalegre, en un estudio que anticipa los resultados de su propia cartografía MAGNA (Santos García y Casas Ruiz, 1982a, 1982b, 1982c). En el trabajo adaptan parte de las dataciones y unidades fosilíferas diferenciadas por los autores portugueses (Romariz, 1962; Perdigo, 1967, 1973; Perdigo y Peinador Fernádes, 1976), y reparten la sucesión silúrica en las “Unidades” de Aguas Claras y Sierrafría. La primera es esencialmente pizarrosa (150-200 m) y contiene graptolitos del Wenlock y Ludlow en sectores portugueses (Romariz, 1962; Perdigo, 1967). La “Unidad Sierrafría” (200 m) consta de un nivel basal de cuarcitas y una sucesión de aspecto “fyschoide”, en la que predominan los términos cuarcíticos y areniscosos impuros sobre las intercalaciones de filitas silíceas versicolores. Además de la cuarcita basal, existen otros dos términos cuarcíticos o areniscosos con impregnación ferruginosa, que dan lugar a resaltes morfológicos. El conjunto de la formación se atribuye al tránsito Silúrico-Devónico por el hallazgo de fósiles en la parte portuguesa (Perdigo y Peinador Fernádes, 1976; Gonçalves *et al.*, 1978).

Hafenrichter (1979, 1980) estudia la posición del límite Ordovícico-Silúrico en diversas sucesiones españolas, y presenta los resultados palinológicos obtenidos en las Pizarras

Chavera de tres secciones centroibéricas. La más completa es la del valle del río Jabalón, al norte de Corral de Calatrava (Ciudad Real), donde la autora identificó un total de 25 taxones pertenecientes a 15 géneros. Aunque en su mayoría corresponden a formas de amplio rango estratigráfico (Paleozoico u Ordovícico-Silúrico) la autora alemana señala el descubrimiento de algunas formas que considera exclusivamente silúricas, en la parte media y superior de la formación, pero con mayor frecuencia en la base de la Cuarcita Castellar suprayacente. Es el caso de los acritarcos *Estiastra magna* Eisenack, *Eupoikilofusa* cf. *rochesterensis* Cramer, *Leiofusa berneseae* Cramer, *L.* cf. *elenae* Cramer, *Multiplicisphaeridium* cf. *fisherii* (Cramer), *M.* cf. *ramusculosum* (Deflandre), *Visbysphaera piriferum hispanicum* (Cramer), *Duvernaysphaera?* sp. y *Dilatisphaera?* sp., muchos de los cuales sólo se conocían en materiales del Silúrico medio y superior. Sin embargo, la evidencia biostratigráfica para decidirse a situar el límite Ordovícico-Silúrico dentro de las pizarras Chavera se basa en un único ejemplar de *Visbysphaera pirifera hispanica* (Cramer) encontrado a 4 m del techo de la Caliza Urbana en una sección al sur de Terrinches (Ciudad Real), así como en 14 ejemplares procedentes de la base de la Cuarcita Castellar en Corral de Calatrava, de los que todos excepto tres (*E. magna*, *L. berneseae*), fueron identificados en realidad en nomenclatura abierta. A pesar de que Hafenrichter (1979, pp. 31-32) desglosa perfectamente las formas silúricas de las ordovícicas y las restantes de amplio rango, sorprende ver que muchos autores posteriores aceptaran la nueva datación aportada para las Pizarras Chavera con unos fundamentos biostratigráficos tan frágiles, y que dicha conclusión fuera recogida por las síntesis de Hammann (1976) y Hammann *et al.* (1982).

Con el trabajo de Prost-Dame (1980) concluye la participación del grupo de trabajo de Orsay (Francia) en el estudio del Paleozoico surcentroibérico. La autora presenta un estudio del borde norte del sinclinorio de Los Pedroches, al este de Castuera (Badajoz). Como discipula de G. Tamain atribuye las “Cuarcitas Superiores” (= Criadero) al Ordovícico superior, correspondiendo la unidad silúrica más antigua a las Pizarras Negras con Monograptidos (Llandovery medio-superior), en las que encuentra nódulos con graptolitos y pequeños ortocerátidos. Sobre estas se sitúan unas “Alternancias de Pizarras y Areniscas finas”, en cuya base se registran numerosas trazas de bioturbación y pistas unilobuladas, que se correlacionan con las “Areniscas malvas” y las “Alternancias pizarroso-arenosas”, descritas por varios autores en los sinclinales de Almadén y Guadalmez.

Robardet *et al.* (1980) centran su estudio en el límite Ordovícico-Silúrico del sinclinal de Guadarranque y su correlación con el de Herrera del Duque. En primer lugar reasignan la “Cuarcita de las Majuelas” de Gil Cid *et al.* (1976) [= nivel 8 de Julivert y Truyols, 1974] al Ordovícico terminal, apareciendo intercalada en las “Pelitas con fragmentos” del Hirnantense glaciomarino, que se evidencian por vez primera para el Ordovícico centroibérico. Sobre ellas se sitúa una barra cuarcítica poco potente (5-6 m), que presenta un contacto neto con las “Ampelitas con graptolitos” del Llandovery-Wenlock. Los materiales silúricos se mencionan en este trabajo únicamente a efectos de proporcionar un techo a la sucesión ordovícica, pero al tiempo describen dos yacimientos con graptolitos, que fueron identificados por H. Jaeger. El primero se sitúa en el flanco sur del sinclinal, en una pista forestal que parte de la carretera de Alía (km 99,1) y ha proporcionado *Monograptus priodon* s.l., *M. largus* y *Retiolites geinitzianus*, que indican el techo del Llandovery o la base del Wenlock. El segundo está en el flanco norte, por debajo del talud de la carretera de Puerto de San Vicente a Alía (km 96,5), en

el valle de un arroyo y contiene *Monograptus planus* -sic-, *M. marri*, *M. variabilis*, *M. exiguus primulus*, *M. halli* o *sedgwicki* -sic- y *M. turriculatus*, indicativos de la Biozona de *Rastrites linnaei* (base del Llandovery superior), asimilada por otros autores a la parte inferior de la Biozona de *Monograptus turriculatus*. En el techo de la sucesión ampelítica citan también el hallazgo de graptolitos no especificados, pero que señalarían “diferentes zonas del Wenlock”. Un resumen de este artículo, con una correlación más amplia con otras sucesiones ibéricas, fue presentado al año siguiente por Robardet (1981).

INGEMISA (1981) realiza un estudio del sector Santa Eufemia-Belalcázar (norte de Córdoba) en el que atribuye las “Cuarcitas del Criadero” al Ordovícico-Silúrico, y reconoce 200-250 m de “Pizarras negras con Monograptidos, pizarras finas, carbonosas, y volcanitas básicas” del Llandovery-Ludlow. En dicha unidad cita dos yacimientos de graptolitos localizados al este y norte de Santa Eufemia, estudiados por García-Alcalde Fernández (1981).

Parga Pondal *et al.* (1982) publican la primera cartografía completa del Precámbrico y Paleozoico centroibérico a escala 1:500.000, con una referencia muy útil a la cuadrícula 1:50.000. Atribuyen la Cuarcita de Criadero al Ordovícico terminal y representan los materiales silúricos, indiferenciados, como una sucesión de “Esquistos negros y ampelitas”.

En 1982 se publican dentro de la segunda edición del proyecto MAGNA dos pequeños bloques de cartografía, situados en el oeste extremeño. El primero afecta a sectores de los sinclinales de Cáceres y Sierra de San Pedro, y el segundo al sinforme de La Codosera. El Silúrico cacereño comprende, de acuerdo con Tena-Dávila Ruiz y Corretgé Castañón (1982), un nivel cuarcítico basal (50 m), seguido de ampelitas con graptolitos (alrededor de 15 m) y diversas unidades Siluro-devónicas (dos de pizarras y areniscas separadas por una cuarcita de 40-60 m de espesor). Los fósiles de las ampelitas son *Petalograptus* cf. *altissimus* Elles & Wood, *Monograptus* cf. *halli* (Barrande), *Monograptus* sp. y *Pristiograptus*? sp., una asociación del Llandovery (zonas 21-22), evidenciada con muestras recogidas aparentemente por L.C. García de Figuerola en 1971, y donadas al IGME; así como por otros graptolitos citados por autores precedentes (Kindelán *et al.*, 1949). La base de la unidad suprayacente de pizarras y areniscas micáceas (150 m) la atribuyen provisionalmente al Llandovery; la barra cuarcítica intermedia al Silúrico Superior-Devónico Inferior; y la unidad terminal de cuarcitas, pizarras y areniscas rojas, de la que no especifican su espesor, también al último rango indicado, siempre en ausencia de evidencias paleontológicas.

En la Sierra de San Pedro, Bascones Alvira y Martín Herrero (1982) y Bascones Alvira *et al.* (1982) dividen la sucesión silúrica en una unidad basal de cuarcitas (50-60 m), que tal vez contenga en su base el tránsito Ordovícico-Silúrico; una unidad intermedia de pizarras que intercala finos niveles cuarcíticos (300 m), asignada al Silúrico Inferior; y, finalmente, una unidad terminal de cuarcitas con bancos de pizarras grises intercaladas (280-300 m) considerada como del tránsito Silúrico Superior-Devónico Inferior por su infrayacencia a los primeros materiales fosilíferos del Devónico.

En el sinforme de La Codosera, Santos García y Casas Ruiz (1982a, 1982b, 1982c) cartografían la existencia de probables materiales silúricos en el flanco septentrional de la estructura, entre Pino de Valencia y el sureste de Alburquerque. Los materiales

corresponden a una sucesión compresiva del Ordovícico-Silúrico, dominada por “filitas ampelíticas” (200 m), en cuya prolongación portuguesa Perdigo y Peinador Fernández (1976) citan graptolitos del Wenlock o Ludlow.

Hammann *et al.* (1982) actualizan ligeramente la síntesis previa de Hammann (1976), e incorporan diversas consideraciones sobre el límite Ordovícico-Silúrico en la región surcentroibérica. Manteniendo las dudosas dataciones de Hafner (1980) para las pizarras Chavera, extienden las mismas a las “Pelitas con Fragmentos” del área de las Villuercas, lo que implicaría que ambas unidades fueran en parte silúricas. Por otra parte, en el área de Don Benito-Hornachos (al sur del Batolito de Los Pedroches), el Silúrico comenzaría dentro de una unidad de cuarcita de la que no se aportan datos concretos.

Corretgé *et al.* (1982) estudian la sucesión paleozoica del sinclinal de Cáceres y describen petrográficamente las litologías principales de las distintas unidades silúricas: “cuarcitas algo ferruginosas”, “pizarras ampelíticas con graptolitos”, “pizarras blanquecinas y rosadas micáceas” (en realidad alternando rítmicamente con cuarcitas en capas de hasta 15 cm), y “cuarcitas ferruginosas micáceas”. La sucesión devónica la representan en discontinuidad sobre la última de las unidades silúricas, de las que tampoco se especifican edades.

Walter (1982) edita una monografía consagrada al estudio regional del Precámbrico y Paleozoico inferior de los grandes pliegues de las Villuercas, Ibores y Guadarranque, que supone la suma de varios trabajos de Diploma (Grado) de la universidad de Münster (Alemania). En la primera contribución, Walter (1982) establece los rasgos generales de la sucesión ordovícico-silúrica de la región de las Villuercas. La cuarcita de Las Majuelas, considerada generalmente como de base del Silúrico (= Cuarcita Superior de la Serie de Navatrasierra), es adscrita por vez primera al Ordovícico Superior, por encontrarse delimitada entre tramos grauváquicos del Asghill. No obstante, el techo de la unidad podría tener una edad Llandovery. La sucesión silúrica propiamente dicha se adscribe a la “Serie del Guadarranque”, integrada en su base por las Pizarras Graptolíticas del Llandovery, y más arriba por la Alternancia de Pizarras y Areniscas (*Sandstein-Schiefer-Wechselfolge*), representativa del Wenlock y gran parte del Ludlow. En el mismo volumen, Höfges *et al.* (1982) aportan el estudio sedimentológico de las antedichas unidades, documentando sendos episodios regresivos en el Ordovícico terminal y en el Silúrico superior, en tanto que el Silúrico inferior (Pizarras graptolíticas) resultaría claramente transgresivo. Dentro de la Alternancia de Pizarras y Areniscas, las facies regresivas progradarían en sentido este-oeste, y, en un área reducida, se desarrollaría una erosión local de la cuarcita terminal de la Serie de Navatrasierra, previa al depósito de las Pizarras Graptolíticas (Höfges *et al.*, 1982, Fig. 15). Por último, Ballestra *et al.* (1982) precisan los espesores y contenido fosilífero de las unidades ordovícico-silúricas del sinclinal de Guadarranque y aportan dos listas de graptolitos. La primera procede de las Pizarras Graptolíticas de la Serie del Guadarranque, que según los autores “pertenecen al Llandovery superior hasta el límite Llandovery/Wenlock”. La asociación es, sin duda, una lista sintética recopilada a partir de las identificaciones realizadas por H. Jaeger con material procedente de diversos yacimientos, en los que reconoció los siguientes taxones: *Monograptus turriculatus* (Barrande), *M. runcinatus* (Lapworth), *M. priodon* (Bronn), *M. priodon* s.l., *M. dubius* (Suess), *M. cf. dubius* s.l., *M. vomerinus* (Nicholsen?), *M. cf. intermedius* (Nicholsen?),

*M. cf. nudus* (Lapworth), *M. cf. lobiferus* (Mc Coy), *M. sp. ex gr. vomerinus* (Nicholsen), *M. n.sp.? ex gr. spiralis* (Geinitz), *M. sp. ex gr. spiralis?* (Geinitz), *M. sp. ex gr. nodifer?* (Törnquist), ?*M. sp. ex gr. spiralis* (Geinitz), ?*M. hemipristis?* (Meneg), *Monograptidae* sp., *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Cyrtograptus* sp. indet. ex gr. *murchisoni* (Carruthers), *C. sp. indet.* y *Petalograptus* sp. Por otra parte, la parte inferior de la Alternancia de Pizarras y Areniscas contiene *Monograptus nudus* (Lapworth), *M. lobiferus*, *Orthoceras* sp. y *Cardiolinae* gen. et sp. indet. Sorprende que Ballestra *et al.* (1982) atribuyan esta segunda unidad al rango Wenlock-Ludlow “Medio”, cuando las dos especies de graptolitos registradas caracterizan el Llandovery.

Soldevila (1983) analiza la estructura del sector occidental del sinclinal de Almadén (área de Garlitos, Badajoz), utilizando las unidades litoestratigráficas clásicas de Almela *et al.* (1962) y Saupé (1973), con edades levemente actualizadas. Así, el límite Ordovícico-Silúrico lo situaría en la parte más alta de las Pizarras de Muro (60 m), siguiendo a Hafenrichter (1980); la cuarcita de Criadero (100 m) se inscribe íntegramente en el Llandovery; las “pizarras con graptolitos” (300 m) corresponderían al resto del Llandovery y al Wenlock; finalmente, la alternancia de pizarras y cuarcitas previa a la cuarcita de Base, correspondería al lapso Ludlow?-Siegeniense basal, aunque no nombra la extensión del Pridoli. Como particularidad señala la presencia de una intercalación piroclástica de 50 m en las pizarras del Llandovery.

Truyols y Julivert (1983) aportan la primera síntesis estratigráfica del Silúrico del Macizo Ibérico realizada por autores españoles. Para la región surcentroibérica se limitan a describir la sucesión tipo de Almadén y Sierra Morena Oriental, dejando abierta la ubicación del límite Ordovícico-Silúrico (base de las Pizarras de Chavera o base de las Cuarcitas de Castellar), pero criticando la disconformidad de origen glaciario, postulada por Tamain (1972) entre la cuarcita y las pizarras con Graptolites. No obstante, admiten la existencia de una laguna estratigráfica generalizada en toda la península en la base de los materiales del Llandovery medio, que sería muy pequeña en la región centroibérica meridional, donde implícitamente la sitúan en la base de las cuarcitas del Llandovery. El registro de graptolitos en las pizarras ampelíticas lo extienden desde las zonas de *gregarius* y *convolutus* del Llandovery medio “hasta el Ludlow o el Wenlock”. Atribuyen a las “Pizarras negras con abundantes con Graptolites y niveles volcánicos y con chert en algunas localidades” un espesor de 300-500 m, y a las “Pizarras con intercalaciones de cuarcitas y faunas del Devónico inferior en la parte alta” unos 360-400 m de potencia. En el apartado paleogeográfico, consideran que las Cuarcitas de Castellar forman parte de un “dilatado manto de arena que se extendía por una gran parte del arco ibero-armórico”, del que se desconoce su área fuente. Lo mismo puede decirse de la procedencia de los materiales terrígenos de las sucesiones del límite Silúrico-Devónico, que carecen de las concentraciones ferríferas de sus coetáneas en la Cordillera Cantábrica.

Pardo y García-Alcalde (1984) presentan una amplia revisión bio- y litoestratigráfica de los materiales devónicos en los sinclinales de Guadalmez y Almadén (Ciudad Real), derivada de la tesis de licenciatura del primero de los autores. Los fósiles devónicos más antiguos los sitúan en la “Cuarcita de Base”, y consisten en braquiópodos (*Microsphaeridiorynchus* sp.) que indican una posible edad Gedinense, si bien el techo de la misma unidad alcanza niveles más modernos (Siegeniense superior-Emsiense inferior). Por debajo de la “Cuarcita de Base” sitúan un conjunto de unos 200 m de

lutitas y areniscas violáceas sin fósiles, que por su posición contendrían el tránsito Silúrico-Devónico, haciéndose necesario un futuro estudio palinológico para poder precisar el límite entre ambos sistemas. La novedad fundamental que se introduce de cara a la geología regional es la detección de otros resaltes cuarcíticos previos a la “Cuarcita de Base”, y que habían sido confundidos con esta unidad tanto en el sinclinal de Guadalmez (Almela *et al.*, 1962; Lozach’ y Vidal, 1976) como en el de Almadén (“Cuarcita de Las Cuevas”), la última de las cuales se atribuyó originalmente al límite Silúrico-Devónico (Soler *et al.*, 1979; Vázquez *et al.*, 1980).

Herranz Araújo (1984, 1985) identifica y estudia los afloramientos silúricos en un amplio sector del Dominio Obejo-Valsequillo localizado en la región centro-oriental de la provincia de Badajoz. Distingue un “Subconjunto Silúrico (Pz4-c)”, integrado en el conjunto tectonosedimentario Ordovícico-Devónico Inferior (Pz4) y repartido en siete áreas de afloramientos. La sucesión silúrica comprende esencialmente dos unidades: una inferior de cuarcitas blancas a negruzcas (S<sub>1</sub>: 8-35 m), “grosso modo” equivalente a la Cuarcita de Castellar, del Criadero, del Llandovery o de Las Majuelas de otras áreas centroibéricas; y una unidad superior de pizarras negras ampelíticas (S<sub>2</sub>: 50-400 m; unos 200 m de media) “con raras y delgadas intercalaciones de metalimolitas, cuarcitas de grano fino, y areniscas moderadamente feldespáticas y de grano también fino”. Esta segunda unidad se asigna a parte del Valentiense y Wenlock, pero el único dato paleontológico proviene de un sector vecino a Zarza de Alange (Badajoz), donde se localiza un yacimiento de graptolitos del tránsito Llandovery-Tarannon, identificados por J.C. Gutiérrez-Marco como *Monograptus* cf. *m’coyi* Lapworth, *M.* aff. *halli* Barrande, *M.* cf. *sedgwickii* Portlock y *Pristiograptus* aff. *variabilis* Perner. Desde el punto de vista paleogeográfico y sedimentario, el Subconjunto Silúrico representa una transgresión rápida, ligeramente diacrónica, sobre una plataforma escalonada con diferentes tramos del Ordovícico regional (discordancia cartográfica). La transgresión operaría en principio hacia el suroeste, después de este a oeste y, finalmente, de sureste a noroeste. El autor apunta la posibilidad de que la unidad basal cuarcítica repose directamente sobre el Beturiense (Neoproterozoico) al sureste de Hinojosa (Badajoz), en el extremo suroccidental de la región. Esta cuarcita basal tiene una coloración clara en áreas someras y más oscura en áreas de distales o de surco; localmente pasan a conglomerados en la base (bordes de escalón paleomorfológico) o a cuarcitas de grano fino, casi metalidíticas, en áreas distales.

En 1985 se publica un nuevo bloque de cartografía MAGNA correspondiente al sinclinal de Guadarranque, con afloramientos silúricos repartidos en las hojas de Valdeverdeja (Monteserín López y Pérez Rojas, 1985), Castañar de Ibor (Nozal Martín y Pérez Rojas, 1985a), Sevilleja de la Jara (Monteserín López y López, 1985) y Minas de Santa Quiteria (Nozal Martín y Pérez Rojas, 1985b). Adicionalmente, la unidad atribuida a la base de la sucesión silúrica se cita también en el sinclinal de Santa Lucía (hoja de Logrosán: Gil Serrano y Pérez-Rojas, 1985). De acuerdo con los autores de la cartografía, el Silúrico presenta facies muy homogéneas a lo largo de todo el sinclinorio de Guadarranque-Gualija, caracterizándose en su base por presentar “un nivel cuarcítico típico” (100-150 m, disminuyendo a 30 m en sentido oeste) que genera un resalte morfológico (“Cuarcita de las Majuelas” de Gil Cid *et al.*, 1976). Por encima se sitúa una unidad cartográfica de “pizarras, pizarras y cuarcitas” (es decir, alternancias de pizarras y cuarcitas), que comienza con un tramo basal de pizarras ampelíticas con abundantes “graptolites (fam. Monograptidae)”, a veces apoyado directamente sobre la



facies de “pelitas con fragmentos” (Monteserín López y Pérez Rojas, 1985). Le siguen 200-300 m de alternancias de pizarras y cuarcitas, en bancos delgados (espesor máximo: 30-50 cm), que alcanzan el Ludlow o Ludlowiense, de acuerdo con el trabajo de Gil Cid *et al.* (1976). Desde el punto de vista sedimentario, la segunda unidad cartográfica es atribuida a ambientes de plataforma en un contexto transgresivo, en tanto que la cuarcita basal evidenciaría facies regresivas. Monteserín López y López (1985) y Monteserín López y Pérez Rojas (1985) señalan, puntualmente, el registro de “pelitas con fragmentos” entre la supuesta cuarcita basal del Silúrico y las pizarras ampelíticas, un hecho bien conocido a raíz del trabajo de Robardet *et al.* (1980). Sin embargo, los autores de la cartografía MAGNA optan por atribuir la “Cuarcita de las Majuelas” al Silúrico, ignorando su reasignación al Ordovícico terminal, impuesta por la existencia de facies glaciomarinas del Hirnantense englobando la unidad cuarcítica.

En el Dominio Obejo-Valsequillo, la cartografía MAGNA de las hojas de Espiel (Apalategui Isasa *et al.*, 1985c) y Villaviciosa de Córdoba (Apalategui Isasa *et al.*, 1985b) establece la presencia de Silúrico en la llamada “Unidad Autóctona” del sector Peñaladrones-Puerto Calatraveño y Villaharta, respectivamente. En el primer caso se trata de una sucesión con potencia media de 50 m, constituida en la base por una alternancia de pizarras y cuarcitas de tonos oscuros, con raras intercalaciones de pizarras ampelíticas con graptolitos del Wenlock superior (yacimiento de Peñaladrones: muestra AI-141 de una supuesta Información Complementaria no disponible). Hacia techo aumenta el espesor y frecuencia de los niveles de cuarcita, hasta contactar con las llamadas “Cuarcitas oscuras” del Devónico inferior. La presencia de graptolitos unido a la posición estratigráfica de la unidad entre las Cuarcitas de Cámaras Altas (“Caradoc”) y las cuarcitas del Devónico, llevaron a asignarla al rango “Ashgill-Silúrico” (Apalategui Isasa *et al.*, 1985c). En la hoja de Villaviciosa de Córdoba, Apalategui Isasa *et al.* (1985b) cartografían una sucesión detrítica, limitada por fallas, al sur de Villaharta (Córdoba). En ella existen algunas intercalaciones lenticulares de calizas bioclásticas que han proporcionado restos de equinodermos, braquiópodos, bivalvos, cefalópodos, ostrácodos y gasterópodos. La muestra RG-316 contiene los bivalvos *Cardiola interrupta* (Sowerby), *Vlasta* cf. *bohémica* (Barrande) y *Antipleura (Dualina)* sp., junto al ortocerátido *Michelinoceras* aff. *michelini* (Barrande). En opinión de J. García-Alcalde, la asociación indica un intervalo de edad comprendido entre el Wenlockiense superior y el Ludlowiense inferior. Por último, en la hoja de Adamuz Apalategui Isasa *et al.* (1985a) reasignan al Precámbrico el posible afloramiento silúrico identificado por Maass (1958) al noreste del embalse del Guadalmellato.

Carballeira *et al.* (1985) subdividen la sucesión silúrica del núcleo del sinclinal de Monfragüe (Cáceres) en una unidad basal de cuarcitas masivas grises, y otra superior de pizarras negras, citadas como “bituminosas” por Duque Macías (1983) y Carballeira *et al.* (1983), asimilando el conjunto a una megasecuencia transgresiva.

Pieren Pidal (1985) estudia la sucesión paleozoica del sinclinal de Herrera del Duque (Badajoz), donde adopta la división litoestratigráfica propuesta por Ransweiler (1968) y Puschmann (1970), sumando las “Pelitas con fragmentos” del Hirnantense descritas por Robardet *et al.* (1980). En una contribución eminentemente cartográfica, señala la presencia de “costras de hierro” tanto a techo de las “Pelitas con fragmentos”, como de una pequeña barra cuarcítica que ocasionalmente se desarrolla en la misma posición, y que relaciona con una posible discontinuidad. En la “Serie Pelítica Superior”

suprayacente, y como primera unidad silúrica, reconoce unas ampelitas con graptolitos que gradualmente van intercalando niveles delgados de areniscas hasta desembocar en alternancias de ampelitas y cuarcitas, que pasan a unas areniscas rojas (“Areniscas rojas de Valdenmedio”) en tránsito al Devónico. El espesor conjunto de la “Serie Pelítica Superior” lo estima en torno a 200 m. Como hallazgos paleontológicos, Pieren (1985) cita numerosos graptolitos recogidos entre 2 y 7 m por encima de la base de las ampelitas en la sección del collado de la Colada, al S de Herrera del Duque (Badajoz), identificados por J. C. Gutiérrez-Marco: *Cyrtograptus symmetricus* (Elles), *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn), *Monoclimacis linnarssoni* (Tullberg), *Mcl.* cf. *vomerinus* (Nicholson) y *Pristiograptus dubius pseudolatus* (Rickards), atribuidos a la Biozona de *Cyrtograptus rigidus* del Wenlock (zona 28 de Elles y Wood). Junto a los graptolitos se encontraron braquiópodos (*Ferganella* sp.), cefalópodos y posibles cnidarios. Con respecto al techo de la sucesión, el autor menciona los graptolitos del Ludlow inferior (zona 33 de Elles y Wood) indicados por Puschmann (1967) y Ransweiler (1968).

En un resumen aparte, Pieren (1986) establece diferencias de facies dentro del sinclinal en sentido noroeste-sureste, que pervivirían hasta el Emsiense. En su interpretación, vincula el posible hiato Llandovery inferior-Wenlock medio, apreciado en la base de la sucesión silúrica, con la emersión local de un umbral de dirección N20-N40, en cuyo intervalo se habría generado la “costra ferruginosa” de la base de las ampelitas.

En 1987 aparecen publicadas nuevas hojas geológicas del proyecto MAGNA, afectando al extremo occidental del sinclinal de Guadarranque, a los sinclinales de Cañaveral-Monfragüe y Almadén, y a un sector del sinclinal de Guadalmez. La primera estructura corresponde a la hoja de Jaraicejo (Monteserín López y Pérez Rojas, 1987), donde sus autores cartografían las mismas unidades silúricas reconocidas en la prolongación suroriental del sinclinal por Monteserín López y Pérez Rojas (1985), Nozal Martín y Pérez Rojas (1985a, 1985b) y Monteserín López y López (1985). La única variación es el metamorfismo de contacto que presentan localmente, tanto la unidad de cuarcita (60 m) como la de pizarras y alternancias cuarcíticas (100-150 m).

Los materiales silúricos afloran en el núcleo del sinclinal de Cañaveral-Monfragüe dentro de las hojas de Coria (Bascones Alvira *et al.*, 1987a), Torrejoncillo (Bascones Alvira y Martín Herrero, 1987), Malpartida de Plasencia (Martín Herrero *et al.*, 1987) y Serradilla (Bascones Alvira *et al.*, 1987b). La sucesión es bastante uniforme y consta de una unidad basal de cuarcitas de colores claros (5-15 m), en cuyo seno se situaría el límite Ordovícico-Silúrico. Sobre ellas se sitúa otra unidad de “pizarras, areniscas y pizarras ampelíticas” cuyo espesor máximo conservado es de unos 100 m, que intercalan algún “sill” volcánico y niveles ampelíticos con graptolitos y nódulos piríticos, así como alternancias centimétricas de pizarras, areniscas y cuarcitas. En la hoja de Malpartida de Plasencia se describen cuatro yacimientos de graptolitos, identificados por J.C. Gutiérrez. El primero se sitúa al oeste de la casa de las Navazuelas, y la asociación comprende *Climacograptus innotatus* Nicholson, *Spirograptus* cf. *spiralis* (Geinitz), *Petalograptus* cf. *palmeus* (Barrande), *Monograptus* sp. y *Pristiograptus?* sp., probablemente de las biozonas de *Monograptus crispus* y *Monoclimacis griestoniensis* (Llandovery). El segundo yacimiento se localiza al este de la casa de las Navazuelas, y contiene *Climacograptus* cf. *scalaris* (Hisinger), *C.* aff. *innotatus* (Nicholson), *Pristiograptus* cf. *nudus* (Lapworth), *Monograptus* cf. *marri*

(Perner), *M. cf. tullbergi* (Bouček) y *Monoclimacis* sp., de edad Llandovery medio-superior. La tercera localidad, en los alrededores de Casa Blanca, proporcionó *Monograptus halli* (Barrande), *M. cf. sedgwicki* (Portlock), *Spirograptus? turriculatus* (Barrande), *Petalograptus giganteus* Bouček & Přibyl, *Orthograptus? aff. insectiformis* Nicholson, de edad Llandovery medio-superior. Por último, en las casas de la Hidroeléctrica solo se identifica *Climacograptus* sp, *Pristiograptus? sp.* y *Monograptidae? gen. et sp. indet.*, de edad Llandovery.

La nueva cartografía del sinclinal de Almadén se reparte entre las hojas de Siruela (García Sansegundo *et al.*, 1987a), Valdemanco de Esteras (Molina Cámara y Fernández Carrasco, 1987) y Almadén (García Sansegundo *et al.*, 1987b), así como la prolongación oriental de dicha estructura en el sinclinal de Valdezogues-Puertollano, dentro de la hoja de Tirteafuera (Amor Herrera y Ortega Gironés, 1987). A grandes rasgos, los autores actualizan la estratigrafía de la sucesión silúrica atendiendo a las mismas unidades ya diferenciadas por Almela *et al.* (1962) y Saupé (1971a, 1971b, 1973). La Cuarcita de/del Criadero continúa siendo asignada al Llandoveryense inferior; su espesor varía entre menos de 2 m (flanco norte) y 60 m (flanco sur), reconociéndose localmente, en los sectores con mayor espesor, tanto la división tripartita en miembros como cuerpos interestratificados de composición basáltica (“sills”) e incluso chimeneas y cráteres rellenos de tobas y brechas volcánicas (“Roca Fraileasca”), que a veces reemplazan a la cuarcita. Por encima de la unidad cuarcítica se sitúan las “Pizarras negras con graptolites y Alternancias vulcano-sedimentarias” (300-1100 m), de espesor y características variables, atribuidas al Llandoveryense Medio-Gediniense. El tramo inferior de pizarras graptolíticas no siempre aparece, ya que en ocasiones está sustituido lateralmente por los materiales volcánicos. García Sansegundo *et al.* (1987a) citan, en la hoja de Siruela, yacimientos no especificados con graptolitos de las zonas 20-23 de Elles y Wood [*Monograptus cf. galaensis* Lapworth, *M. cf. inopinus* Törnquist, *M. cf. undulatus* Elles y Wood, *Petalograptus gr. palmeus* (Barrande)], identificados por J. García Alcalde y colaboradores. El informe paleontológico correspondiente (García-Alcalde Fernández y Arbizu Senosiain, 1982a) los ubica en dos muestras (GS 9013, 9014), sin precisar su posición estratigráfica, cuya fauna aparece “en toda la región mariánica sobre la Cuarcita de Criadero”. En la hoja de Tirteafuera, Amor Herrera y Ortega Gironés (1987) citan, “inmediatamente a techo de la Cuarcita del Criadero”, una localidad con graptolitos del Wenlockiense (“entre las zonas 26 y 31 de Elles y Wood”), identificados como *Monoclimacis hemipristis* (Meneghini), *Mcl. flumendosae* (Gortani), *Mcl. vomerinus* (Nicholson), *Pristiograptus dubius dubius* (Suess) y *Monograptus* sp.; además citan el braquiópodo *Ferganella cf. diodonta* (Dalman). El informe paleontológico de la misma hoja (García-Alcalde Fernández y Arbizu Senosiain, 1982b) revela que la lista combina graptolitos procedentes de cuatro muestras (AH 9029, 9051, 9108, 9109) localizadas en las “Alternancias vulcano-sedimentarias”, en lugar de en las ampelitas con graptolitos propiamente dichas. Las mencionadas alternancias componen una sucesión potente formada por rocas detríticas (pizarras, areniscas y cuarcitas formando secuencias granocrecientes, en capas centi- a decimétricas) y volcánicas (“lavas” o “sills” basálticos, además de tobas y brechas volcánicas -la “roca Fraileasca” de Almadén-), con un espesor mínimo de 300 m. La edad indicada en los distintos mapas para la sucesión silúrica post-Cuarcita del Criadero, es Tarannon, Wenlock y Ludlow, pero los niveles superiores de las alternancias se adscriben al límite Silúrico-Devónico por los contados hallazgos de braquiópodos (*Camarotoechia* sp.) y crinoideos planctónicos (*Scyphocrinus* sp.) mencionados en las hojas de Valdemanco de Esteras y

Almadén, respectivamente. El primero de ellos corresponde a un informe interno que no ha sido localizado, y el segundo a un trabajo inédito de la Compañía General de Sondeos (Coullaut *et al.*, 1975), que sitúa el hallazgo en las llamadas “Alternancias volcanosedimentarias inferiores (S2)”, en un lugar impreciso del valle del río Gargantiel.

Los materiales silúricos aflorantes en el cierre periclinal del sinclinal de Guadalmez, así como en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches, fueron cartografiados por Mira López *et al.* (1987) para la hoja de San Benito, que revisan el área estudiada por Márquez Triguero (1961) o Puschmann (1967), entre otros. La sucesión debuta con la Cuarcita de Criadero, con sus tres miembros desarrollados y atribuida al “Llandoveryense”. Le siguen las pizarras negras con graptolitos, cuyo tramo superior de alternancias arenosas apenas aflora en la región (150-200 m) pero intercala numerosas rocas ígneas en forma de “sills” y diques de composición básica. Las pizarras graptolíticas son muy fosilíferas y contienen también nódulos con otros restos fósiles y “fragmentos vegetales” (¿icnofósiles?). En un yacimiento localizado en el borde sur de la hoja sitúan un yacimiento con graptolitos del Llandoveryense (Biozona 22 de Elles y Wood), donde J. García-Alcalde y colaboradores identificaron *Petalograptus palmeus* (Barrande), *Rastrites?* sp., *Monograptus galaensis* (Lapworth), *M. marri* (Perner) y *M. undulatus* (Elles & Wood). El informe paleontológico de la hoja (García-Alcalde Fernández y Arbizu Senosiain, 1982c) los sitúa en una sola muestra (ML-0215), sin precisar su posición estratigráfica. Como novedad litológica, los autores citan en los tramos basales de la formación “la aparición ocasional de niveles silíceos negros (liditas) de 2 cm de espesor como máximo”. Por lo que se refiere al límite Silúrico-Devónico, optan por situarlo tentativamente en la parte superior de las pizarras ampelíticas, por debajo de otra unidad alternante de pizarras, areniscas y cuarcitas (70-80 m), datada como Siegeniense-Emsiense.

Moreno Gutiérrez *et al.* (1987) analizan la materia orgánica contenida en muestras de la Cuarcita del Criadero procedentes de cuatro sondeos de los alrededores de Almadén, mediante la técnica de pirólisis Rock-Eval y análisis elemental C-H sobre roca total. El objetivo era evaluar su madurez y definir su potencial interés como generadora de hidrocarburos. Entre otros resultados, caracterizan kerógenos del tipo II (de origen planctónico marino), con bajos niveles de TOC y sobremaduración térmica inducida por intrusiones volcánicas. Los contenidos más elevados en carbono orgánico (TOC 4-6) los registran en la parte alta de la Cuarcita del Criadero del sureste de Almadén, que podrían corresponder a niveles silúricos.

Portero García y Dabrio González (1988) modelizan la evolución de la cuenca ordovícica y silúrica en el sector central de la región surcentroibérica. Proponen ocho Unidades Tectosedimentarias principales (UTS) y once grupos de facies, cuya distribución espacio-temporal reflejaría el contexto tectono-magmático regional y las variaciones relativas del nivel del mar, cuya curva incorporan a la columna. Según estos autores, la sucesión silúrica se iniciaría en las pizarras de Chavera (Ashgill-Llandovery, de acuerdo con Hafenrichter, 1979) y proseguiría en la Cuarcita de Criadero (Llandovery), una secuencia somerizante que designan como UTS 7, y que supondría un “cambio de estilo” condicionado por “desniveles tectónicos que producen cuencas locales con taludes muy bien desarrollados”. El resto del Silúrico y la base del Devónico se adscriben a la UTS 8, que comprende una unidad basal de “Ampelitas” (100-150 m,

Llandovery-Wenlock), las “Alternancias del Pridoliense” (300-500 m, Wenlock-Gediniense) y la “Cuarcita de Base” (20-30 m, Gediniense). La primera corresponde a una rápida transgresión en ambientes de “plataforma externa con fondo anóxico por debajo del nivel de base del oleaje de tormenta”; sucedida por depósitos de plataforma dominada por el oleaje (facies heterolíticas), de tendencia regresiva, que culmina con cuerpos arenosos someros de influencia tempestítica. La interpretación tectonosedimentaria del conjunto Ordovícico superior y Silúrico supone la presencia en la UTS 7 de desniveles tectónicos, producidos por el rejuego de fallas sinsedimentarias, dando origen a cuencas locales con fuertes taludes que desnivelarían una plataforma estable previa por descenso relativo del nivel del mar (glaciaciones) y una etapa asociada de extensión cortical, fracturación y vulcanismo. Posteriormente (UTS 8), y extendiéndose hasta el Devónico inferior, tendría lugar la acreción vertical y progradación de una cuña sedimentaria, localmente con abundantes manifestaciones volcánicas.

Gutiérrez-Marco y Pineda (1988) identifican 24 horizontes con graptolitos silúricos en el sondeo “Fabriquilla IV” ubicado 2 km al norte de El Centenillo (Jaén). La sucesión se extiende desde las “Pizarras Chavera” (110 m, atribuidas al Hirnantense?-Llandovery) y la “Cuarcita del Castellar” (11,4 m) hasta las ampelitas con graptolitos (40 m), coronadas por unos 29 m de limolitas grises con intercalaciones arenosas. Los fósiles más antiguos se encontraron en dos niveles situados a 1,2 m y a 1 m por debajo del techo de la “Cuarcita del Castellar”. El inferior contiene *Atavograptus atavus* (Jones), *Monograptus intermedius* (Carruthers) sensu Elles & Wood, *M. cf. pseudoplanus* Sudbury, *Diversograptus cf. capillaris* (Carruthers), *Glyptograptus cf. sinuatus sinuatus* (Nicholson) y *Pseudoretiolites cf. perlatus?* (Nicholson). El horizonte más próximo al techo de la cuarcita contiene *Pseudoglyptograptus vas* Bulman & Rickards. Ambos niveles representan el primer hallazgo de fósiles silúricos en una unidad correlacionable con la “Cuarcita de Criadero” de Almadén, y se atribuyen al Aeroniense inferior (Zona Magnus o 19 de Elles y Wood). En cuanto a los graptolitos de la unidad ampelítica, el primer horizonte (2 m por encima del techo de la cuarcita) contiene *Monograptus communis rostratus* Elles & Wood, *M. cf. lobiferus* (McCoy) y “*Climacograptus*” *scalaris scalaris* (Hisinger), probablemente la Zona Convolutus del Aeroniense (zona 20 de Elles y Wood); a continuación, a -79,45 m de profundidad, salieron *Monograptus undulatus* Elles & Wood y *M. cf. gemmatus* (Barrande), que marcan el techo del Aeroniense, parte alta de la Zona Convolutus o parte baja de la Zona Sedgwicki; a 4 m sobre las cuarcitas (nivel -77,9 m) encontraron *Monograptus turriculatus* (Barrande), *M. cf. distans* (Portlock), *Pristiograptus nudus* (Lapworth), *P. cf. bjerringus* Bjerreskov, *Petalograptus palmeus* (Barrande) y *Metaclimacograptus?* sp. de la Zona Turriculatus del Telychiense inferior (zona 22 de Elles y Wood). Por encima, entre 8,4 y 20 m sobre el techo de la “Cuarcita del Castellar” (entre -71,85 y -56,15 m) hay diez niveles distintos con graptolitos, que representarían aproximadamente las Zonas Crispus y Griestoniensis del Telychiense (zonas 23-24 de Elles y Wood), con *Paraclimacograptus innotatus innotatus* (Ruedemann in Maury), *Pristiograptus variabilis* (Perner), *P. cf. nudus* (Lapworth), *Monograptus tullbergi spiraloides* (Příbyl) y *M. cf. marri* Perner. Finalmente, en los últimos nueve niveles fosilíferos del sondeo (entre -56,55 y -36,25 m), correspondientes al intervalo comprendido entre 21,2 y 38,4 m sobre la base de las ampelitas, se identificaron *Monograptus parapriodon* Bouček, *M. cf. sartorius* Törnquist, *M. cf. marri* Perner, *M. cf. priodon* (Bronn), *Monoclimacis linnarssoni* (Tullberg), *M. vomerina vomerina* (Nicholson), *Retiolites geinitzianus angustidens* Elles

& Wood, *Paraclimacograptus innotatus brasiliensis* (Ruedemann in Maury) y *Petalograptus* n. sp. aff. *P. altissimus* Elles & Wood, cuyo conjunto parece corresponder a la Zona Crenulata del Telychiense superior (zona 25 de Elles y Wood). La posición del límite Llandovery/Wenlock se situaría a techo de las ampelitas o en la base del tramo limolítico suprayacente. Como conclusiones de su estudio, Gutiérrez-Marco y Pineda (1988) ponen en duda la discordancia erosiva, de origen glaciar, postulada por Arbey y Tamain (1971) y Tamain (1972), en el contacto Cuarcitas del Castellar-Ampelitas con graptolitos. Interpretan que las variaciones de potencia de la primera unidad deben estar relacionadas parcialmente con contactos tectonizados, dado que los datos del subsuelo de El Centenillo no confirman la existencia de discordancias angulares ni una laguna estratigráfica significativa entre las dos unidades citadas. Desde el punto de vista paleogeográfico, la presencia de "*Paraclimacograptus innotatus brasiliensis*" (en realidad *Metaclimacograptus flamandi*) la consideran significativa en un ámbito de plataforma proximal gondwánica durante el depósito de las pizarras negras.

En 1988 se publican nuevas hojas MAGNA en áreas paleozoicas surcentroibéricas, con afloramientos silúricos conocidos o potenciales, en este caso pertenecientes al Dominio de Obejo-Valsequillo. Las hojas de Almendralejo y Oliva de Mérida (Apalategui Isasa *et al.*, 1988a, 1988b, respectivamente) ignoran las unidades silúricas cartografiadas por Herranz Araújo (1985), incluyendo los afloramientos fosilíferos de la sierra de Juan Bueno, atribuidos erróneamente al Devónico inferior.

Portero García *et al.* (1988) cartografían los materiales silúricos del sinclinal de Corral de Calatrava (Ciudad Real) agrupándolos en una unidad compresiva de edad "Ashgillense superior-Llandoveryense y Wenlockiense". Esta debutaría con las Pizarras de Chavera (90-100 m), en gran parte silúricas de acuerdo con los datos palinológicos de Hafenrichter (1979, 1980); sucedidas por 3-4 m de cuarcitas marrones y blanquecinas, equivalentes a las "Cuarcitas del Criadero" o del Castellar, y por 40-45 m de basaltos concordantes con las cuarcitas. Sobre éstos se apoya una unidad de pizarras negras ampelíticas, así como alternancias de pizarras y areniscas, con frecuentes intercalaciones de basaltos. En las pizarras ampelíticas alteradas de la antigua fábrica de ladrillos, adyacente al Puente Morena sobre el río Jabalón, citan tres horizontes fosilíferos en 20 m de sucesión, ricos en graptolitos identificados por J.C. Gutiérrez-Marco. El más antiguo contiene *Pseudoplegmatoraptus obesus* (Lapworth), *Petalograptus altissimus* Elles & Wood, *Pseudoclimacograptus* s.sp., *Monograptus turriculatus* (Barrande) y *Monograptus marri* Perner, de la "Zona de *M. turriculatus* (Fronianense superior)". En el horizonte intermedio señalan *Monograptus crispus* Lapworth, *M. veles* (Richter), *M. cf. exiguus* (Nicholson) s.l., *Stomatograptus grandis girvanansis* Cocks & Toghrill, *Pseudoplegmatoraptus* sp., *Petalograptus?* sp y *Paraclimacograptus* n. sp. aff. *P. innotatus* (Nicholson), de las "zonas de *M. crispus* a *M. griestonensis*" del "Llandovery (Telychianense) superior". Finalmente, el tercer nivel contiene *Monoclimacis linnarssoni* (Tullberg), braquiópodos epiplanctónicos y cefalópodos, cuya edad corresponde al límite Llandovery-Wenlock (zonas de *C. lapworthi* o *C. centrifugus*).

Robardet y Doré (1988) examinan las características estratigráficas y la distribución de las diamictitas de posible origen glaciomarino representadas en variadas regiones europeas y del norte de África. De un modo específico, critican la "superficie erosiva

glacial” descrita por Arbey y Tamain (1971) en la región de El Centenillo (Jaén), a la que atribuyen un origen tectónico y local. En su opinión, la discontinuidad relacionada con la glaciación debería preceder a los depósitos glaciomarineros, por lo que en todo caso debería situarse en la base de las pizarras (con o sin “dropstones”) y no en su techo o en las cuarcitas terminales. En ese sentido, consideran a la Formación Pizarras Chavera como un equivalente lateral de las facies de “Pelitas con Fragmentos”, representadas en el sinclinal de Guadarranque y otros sectores ibéricos. Consecuentemente, restringen la unidad al Ordovícico terminal, en contra de otros autores que mantenían como significativo el hallazgo de los dudosos acritarcos silúricos citados por Hafenrichter (1980).

Puche (1989) es otro de los autores que examina brevemente la sucesión “siluriana” de la región de Almadén, siguiendo los planteamientos de Almela *et al.* (1962), con recopilación de datos posteriores. Razona como “muy posible que el límite entre Ordoviciano y Siluriano” se presente en la base de las “Pizarras de Muro” (= de Castellar, de Chavera) y, en este sentido, cita como perteneciente a la unidad un yacimiento con graptolitos del Llandovery ubicado en los alrededores de Santa Eufemia (Córdoba). Del mismo ilustra un ejemplar de *Monograptus convolutus* (Hisinger), “zona 20 de Elles y Wood, Llandovery” (en realidad un *Torquigraptus* procedente de ampelitas telychienses). También aporta fotografías de *Monograptus sedgwickii* (Portlock), encontrado “sobre las Pizarras de Muro en las proximidades de Santa Eufemia”, y de *Ortograptus insectiformis* (Nicholson), procedente del km 21 de la carretera de Almadén a Santa Eufemia, y derivado de las “Pizarras de Techo” o “Pizarras ampelíticas con graptolites”. Por lo que respecta a la “Cuarcita de Criadero”, el color negro observado en ciertos tramos de la misma se fundamenta por la presencia de materia orgánica derivada de “la deposición de restos de graptolitos silurianos” (I. Quintero en Puche, 1989, p. 125).

Gonzalo (1989) aporta el estudio regional del bloque de basamento varisco que aflora al oeste de Mérida (Badajoz), y subdivide la cuenca terciaria del Guadiana. Esta porción comprende estructuras con materiales silúricos ubicados al norte y sur del eje de Los Pedroches, en la prolongación sureste de la sierra de San Pedro y alrededores de Alange, respectivamente. La sucesión sintética para el Silúrico está integrada por cuatro unidades que, de muro a techo, son las siguientes: a) cuarcitas blancas (50-60 m, Llandovery); b) pizarras ampelíticas de colores oscuros a negras (400-500 m, Llandovery); c) 200-260 m de pizarras arenosas y cuarcitas intercaladas en capas de 0,5 a 2 m, con un tramo de 50 a 60 m de pizarras arenosas de colores oscuros en la base (Llandovery a Wenlock-Ludlow); y d) una unidad de pizarras, pizarras arenosas, areniscas y cuarcitas (250-300 m) en donde sitúa, tentativamente, el límite Silúrico-Devónico. Llama la atención el espesor desmesurado de las ampelitas silúricas por comparación con las restantes áreas centroibéricas. En ausencia de datos paleontológicos propios, las edades estimadas se basan principalmente en la correlación con los datos de Herranz (1985) para Zarza de Alange, y con el sinclinal de Portalegre-La Codosera (Perdigão, 1967; Santos y Casas, 1979).

En 1989 se publica un nuevo bloque de hojas MAGNA, centrado esencialmente en el sinclinal de Herrera del Duque, correspondiente a las hojas de Castilblanco (Piles *et al.*, 1989), Herrera del Duque (Olivé Davó *et al.*, 1989) y Puebla de Don Rodrigo (Pineda Velasco *et al.*, 1989). La sucesión suprayacente a las Pelitas con fragmentos (que Olivé

Davó *et al.*, 1989, atribuyen por error a “buena parte del Llandoveryense”) comprende, en primer lugar, las Cuarcitas de Criadero (20-130 m), sucedidas por una unidad de pizarras negras (Ampelitas: 50-150 m) y culminando en una sucesión de pizarras, areniscas y cuarcitas (100-500 m). Las Cuarcitas de Criadero del sinclinal de Herrera del Duque son atípicas y se sitúan muy próximas a sus equivalentes del sinclinal de Guadarranque, por presentarse en ocasiones interestratificadas con las Pelitas con fragmentos (Olivé Davó *et al.*, 1989). Pese a ello, la unidad se atribuye íntegramente al Silúrico inferior (Llandoveryense). Las pizarras ampelíticas contienen abundantes graptolitos en la sección del Vallejo de la Reguera (= collado de la Colada de Pieren Pidal, 1985), donde citan dos niveles fosilíferos, con determinaciones de J.C. Gutiérrez Marco. El situado cerca de la base contiene *Retiolites geinitzianus* Barrande y *Monograptus* sp., del intervalo Llandovery superior a Wenlock basal. En la parte alta de la unidad se identifican *Cyrtograptus symmetricus* Elles, *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn), *Monoclimacis flumendosae* Gortani y *Pristiograptus dubius* cf. *pseudolatus* Rickards, una asociación del Wenlock medio y superior, que incluye algunos ortocerátidos y braquiópodos epiplanctónicos frecuentes en ciertos niveles. Por lo que se refiere a la datación de las alternancias pelítico-arenosas de la unidad superior, su base contiene graptolitos del Wenlock superior en el corte del Vallejo de la Reguera (*Cyrtograptus* cf. *lundgreni* Tullberg, *Monograptus* gr. *priodon* (Bronn) y *Monoclimacis* sp.), extendiéndose al Ludlowiense, Pridoliense y Gedinense inferior. La interpretación tectonosedimentaria asume, a grandes rasgos, la interpretación de Portero García y Dabrio González (1988).

Rodríguez Núñez (1989) revisa la estratigrafía del Silúrico del sinclinal de Guadarranque, con la realización de trece columnas de detalle en las transversales de Navatrasierra (Cáceres), Puerto de San Vicente-Alía (Cáceres), Cijara (Cáceres) y Bohonal de los Montes (Ciudad Real). Además de proponer cuatro unidades litoestratigráficas, refiere numerosos hallazgos paleontológicos de graptolitos, euriptéridos, cefalópodos, bivalvos, braquiópodos, conodontos e icnofósiles, que ilustra en ocho láminas de fotografías y dibujos, y detalla más tarde en diversas publicaciones (Rodríguez Núñez *et al.*, 1989; Rábano *et al.*, 1989; Sarmiento y Rodríguez Núñez, 1991).

Como consecuencia del trabajo precedente, Rodríguez Núñez *et al.* (1989) establecen los rasgos litoestratigráficos generales del Silúrico en el sinclinal de Guadarranque. La unidad más antigua se adscribe a la nueva Formación de pizarras ampelíticas y arcillosas del arroyo Guadarranquejo (5-20 m), sucedida por la Formación de alternancias de cuarcitas y pizarras del Guadarranque (150-200 m) que, a veces, incluye un tramo pizarroso intermedio (Miembro de pizarras de La Carrera, 40 m). Por encima de la segunda unidad establecen dos unidades que afloran de forma esporádica e incompleta, denominadas informalmente “Areniscas de Las Cabezuelas” (al menos 50 m de alternancias centimétricas de grauvacas negras y pizarras) y “Cuarcitas de Cerro Herrumbre” (unos 20 m de cuarcitas ferruginosas, muy recubiertas). Desde el punto de vista paleontológico, la Formación Guadarranquejo es muy fosilífera, citándose numerosos graptolitos junto algunos conodontos, braquiópodos, moluscos y euriptéridos, pertenecientes a diferentes horizontes del Telychiense (Biozonas de *Spirograptus turriculatus* -parte baja con *Rastrites linnaei*- a *Cyrtograptus lapworthi*), alcanzando el límite Llandovery-Wenlock. El contacto entre las formaciones Gualija y Guadarranquejo implicaría para los autores un posible hiato sedimentario Rhudaniense-



Aeroniense. Los yacimientos paleontológicos principales, localizados en la segunda unidad, se sitúan en la transversal de Alía, tanto en el flanco norte (niveles PN 1-2) como en el flanco sur (PS 1-10); y, en menor medida, en el flanco norte de la transversal de Navatrasierra (NN-1) y en el sur de la de Cijara (CJ-1). La asociación de graptolitos más antigua es de la base del Telychiense y comprende *Monograptus turriculatus* (Barrande), *M. marri* Perner, *M. pandus* (Lapworth), *M. pseudobeckii* Bouček & Příbyl, *M. cf. undulatus* Elles & Wood, *M. maccoyi* Lapworth, *M. planus planus* (Barrande), *Pristiograptus nudus* (Lapworth), *P. cf. variabilis* (Perner), *Rastrites distans distans* (Lapworth), *R. linnaei* Barrande, *Petalograptus altissimus* Elles & Wood, *P. cf. conicus* Bouček., *P. cf. ovatus ovatus* (Barrande) y *Paraclimacograptus* sp. A esta asociación se añaden los conodontos *Oulodus? fluegeli* (Walliser), *Carniodus cf. carnulus* Walliser y *Distomodus staurogathoides* (Walliser). Por encima de estos niveles basales, el resto de la Formación Guadarranquejo libra diversos horizontes (PS 1-10, PN-2, NN-1) atribuidos al Telychiense, cuya lista sintética comprende *Monograptus priodon* (Bronn), *M. cf. marri* Perner, *M. tullbergi tullbergi* (Bouček), *M. spiralis spiralis* (Geinitz), *M. cf. sartorius* Törnquist, *M. aff. halli* (Barrande), *M. cf. curvus* Manck, *Pristiograptus cf. dubius* (Suess), *P. cf. largus* (Perner), *Monoclimacis vomerina vomerina* (Nicholson), *Cyrtograptus lapworthi* Tullberg, *C. aff. rigidus* Tullberg, *Barrandeograptus pulchellus?* (Tullberg), *Petalograptus* sp. y *Retiolites geinitzianus angustidens* Elles y Wood, además de los conodontos *Ozarkodina aff. hassi* (Pollock, Rexroad & Nicoll), *Ozarkodina?* sp. y *Pterospathodus?* sp., algunos braquiópodos epiplanctónicos (*Ferganella?* sp.), fragmentos cuticulares de euriptéridos y restos de ortocerátidos. Por su parte, la “Formación Guadarranque” proporcionó distintos horizontes fosilíferos del Sheinwoodiense en las transversales de Navatrasierra (NN 2-7) y de Bohonal de Los Montes (BN 1-2). Entre los graptolitos se citan *Monograptus priodon* (Bronn), *M. cf. riccartonensis* Lapworth, *M. flexilis cf. flexilis* Elles, *Monograptus* sp., *Pristiograptus* sp. y *Monoclimacis* sp., además de restos de ortocerátidos, bivalvos, braquiópodos inarticulados, hiolítidos e icnofósiles. Los horizontes fosilíferos más modernos se localizan en “Areniscas de Las Cabezuelas” (niveles NN-8 y NN-9 del corte de Navatrasierra), que contienen *Pristiograptus tumescens cf. tumescens* (Wood), *P. dubius* (Suess), *Monograptus sigmoidalis* Bouček y *Monograptus* sp., considerados de edad Gorstiense inferior. El límite Wenlock-Ludlow lo hacen coincidir provisionalmente con la base de esta unidad informal. Por último, las “Cuarcitas de Cerro Herrumbre” registran frecuentes icnofósiles, que resultaron indeterminables.

En una nueva entrega MAGNA, Rodríguez Pevida *et al.* (1990) cartografían el Silúrico del extremo suroriental del sinclinal de Guadalmez, así como de un sector del flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches. Los trabajos de campo se realizaron simultáneamente a un bloque de hojas que correspondía a parte de los sinclinales de Almadén y Guadalmez, publicados en 1987, por cuya razón los autores reiteran el mismo esquema estratigráfico que en aquellas. Así, la “Cuarcita de Criadero” (30-40 m) se data como Llandoveryense inferior por su posición estratigráfica. Las “Pizarras negras con Monograptidos” comprenden un conjunto de edad Llandoveryense-Gediniense que engloba pizarras ampelíticas en la base, pizarras “con niveles de liditas negras ocasionalmente”, y alternancias pelítico-arenosas, a veces con intercalaciones volcánicas básicas en forma de “sills” o diques. Las ampelitas basales contienen abundantes graptolitos y nódulos discoidales “en cuyo interior suele aparecer fauna y restos vegetales”. Una localidad fosilífera, situada al este de Santa Eufemia (Córdoba), contiene las siguientes especies de graptolitos, identificados por J. García-Alcalde y

colaboradores: *Monograptus pandus* (Lapworth), *M. crenularis* (Lapworth), *M. marri* (Perner), *M. ratzhainiensis* (Eisel), *M. vomerinus* cf. *crenulatus* (Törnquist), *M. undulatus* (Elles & Wood), *M. clintonensis* (Hall), *M. nicholsoni* (Perner), *M. variabilis* (Perner) y *M. incommodus* (Törnquist); además de conuláridos, nautiloideos (*Michelinoceras* sp.) y braquiópodos (*Orthida* gen. et sp. indet.). La asociación corresponde “a diversas zonas del Llandovery de la escala de Elles y Wood (zonas 18 a 25: *M. cyphus* a *M. crenulatus*)”. Sin embargo, estas identificaciones corresponden a la muestra JS-16 del informe paleontológico (García-Alcalde Fernández, 1981) para un proyecto geológico-minero anterior al MAGNA (INGEMISA, 1981). En el mismo se especifica con mayor detalle la ubicación de la muestra, 1 km al este del pueblo de Santa Eufemia, y se añade otra localidad (JS-176) al norte de la misma población, situada en el km 332 de la N-502 (Toledo-Córdoba). En esta segunda muestra se citan *Monograptus ansulosus* Törnquist, *M. limatulus* Törnquist, *M. distans* Portlock, *Petalograptus palmeus* (Barrande), *Orthograptus insectiformis* (Nicholson) y *O. bellulus* (Törnquist), junto con conodontos y conuláridos indeterminados. Su edad se atribuye al Llandoвериense, biozonas 20 a 21 en la escala de Elles y Wood (-*M. convolutus* o -*M. sedgwicki*). En el informe paleontológico de la hoja MAGNA (García-Alcalde Fernández y Arbizu Senosiain, 1983), la única muestra paleontológica del Silúrico es la ML-9609, ubicada a unos 2,5 km al este de Santa Eufemia, que proporcionó los graptolitos *Monograptus clintonensis* Hall, *M. holmi* Perner, *M. cf. marri* Perner, además de *Pseudoconularia* sp., otros conuláridos indet. y bivalvos indet. Su edad sería Llandoвериense superior, biozonas 22 a 25 de Elles y Wood, “de las denominadas *Capas con Retiolites*”.

Gutiérrez-Marco *et al.* (1990) publican una breve síntesis del Paleozoico de la Zona Centroibérica, involucrando a las sucesiones silúricas de la Sierra de San Pedro, Almadén-Guadalmaz, El Centenillo y las Villuercas-Penha García. La posición del límite Ordovícico-Silúrico continúa situada *dentro* de las Pizarras Chavera (= Pizarras de Muro), así como en sus equivalentes en San Pedro y Villuercas. Por su parte, el límite Silúrico-Devónico se coloca de manera imprecisa en las alternancias detríticas previas a la Cuarcita de Base, si bien la Cuarcita de Las Cuevas sería enteramente devónica. En los cuadros de correlación acompañantes, se infiere por vez primera la extensión de la serie Pridoli en la cronoestratigrafía surcentroibérica. El análisis de discontinuidades e hiatos sedimentarios a escala del conjunto de la Zona Centroibérica les lleva a interpretar, entre otros, los cambios de facies en los distintos litosomas regionales como vinculados con ajustes isostáticos postglaciales, tectónica extensional predeterminada por el basamento anteordovícico, o las aparentes diacronías en la base de las ampelitas silúricas. En otro artículo publicado en el mismo volumen, Robardet y Gutiérrez-Marco (1990) describen los grandes dominios sedimentarios y faunísticos del Paleozoico inferior de la Península Ibérica. Para el Silúrico destacan las grandes diferencias entre las sucesiones de tipo centroibérico y Ossa Morena, donde, por ejemplo, no aparece la especie *Paraclimacograptus innonatus brasiliensis* Ruedeman (en realidad, *Metaclimacograptus flamandi*), común con el norte de África.

Pieren Pidal y Gutiérrez-Marco (1990) amplían los resultados biostratigráficos anticipados por Pieren Pidal (1985) y Olivé Davó *et al.* (1989) para la sección del collado de la Colada, en el flanco norte del sinclinal de Herrera del Duque (Badajoz). Para la litoestratigrafía adaptan las unidades propuestas en el sinclinal de Guadarranque por Rodríguez Núñez *et al.* (1989), lo que implica reasignar la “Cuarcita Valentiense”

de Puschmann (1970) a la Formación Gualija del Ordovícico terminal. Los niveles con graptolitos determinados en las ampelitas de la Formación Guadarranquejo suprayacente se reparten en ocho horizontes nombrados como A-H, que contienen *Retiolites geinitzianus densireticulatus* Bouček, *Monograptus* cf. *marri* Perner (ambas especies restringidas al nivel A), *M. priodon* (Bronn), *Pristiograptus dubius pseudolatus* Rickards (exclusivo del nivel B), *P. gr. dubius* (Suess), *Monoclimacis* cf. *chuchlensis* Příbyl (exclusivo del nivel C), *Mcl. linnarssoni* (Tullberg), *Cyrtograptus* cf. *lapworthi* Tullberg (nivel E), *M. praecedens* Bouček, *Diversograptus* cf. *ramosus* Manck (nivel F), *Barrandeograptus* cf. *pulchellus* (Tullberg), *Cyrtograptus* cf. *insectus* Bouček (nivel H), *Diversograptus* sp., *Monoclimacis* sp., *Pristiograptus* sp. y *Cyrtograptus* sp., de las biozonas de *Monoclimacis crenulata* (horizontes A-F: Telychiense) a *Cyrtograptus centrifugus* (nivel H: Sheinwoodiense). Además de los graptolitos, de los que ilustran dos ejemplares de *Monograptus flemingii* Salter, incorrectamente identificados como *M. priodon* (nódulo del nivel G) y *M. praecedens* (nivel F), los autores citan el hallazgo de braquiópodos rhynchonelláceos epiplanctónicos, nautiloideos ortoconos, “peltocáridos” (*Aptychopsis* sp., también ilustrado), cornulítidos (*Cornulites* sp., *Kolihaia?* sp.), conuláridos y posibles bivalvos o rostroconchos conocardioides. Además de los fósiles identificados en la Formación Guadarranquejo, Pieren Pidal y Gutiérrez-Marco (1990) citan dos horizontes con graptolitos del Wenlock en la base de las areniscas y pizarras micáceas situadas por encima (horizontes I-J), conteniendo *Monoclimacis vomerina vomerina* (Nicholson) y *Pristiograptus meneghini meneghini* (Gortani). Los resultados biostratigráficos aportados por los graptolitos cuestionan la existencia de la considerable laguna estratigráfica en la base de la Formación Guadarranquejo indicada por Pieren Pidal (1985, 1986).

Saupé (1990) retoma sus estudios sobre la geología y metalogenia del yacimiento de mercurio de Almadén y aporta nuevas precisiones sobre su génesis y datación, mediante análisis geoquímicos de los niveles sedimentarios y volcánicos (lavas y piroclastos). Analiza con criterios estratigráficos y sedimentológicos los aspectos referentes al ambiente de depósito de las unidades del Ordovícico terminal y Silúrico. A diferencia de Borrero e Higuera (1990), considera al volcanismo de Almadén esencialmente sincrónico con el depósito, en una plataforma continental somera, de los sedimentos de la Cuarcita del Criadero. La impregnación del mercurio se produciría durante la sedimentación o la diagénesis temprana, por procesos freatomagmáticos alrededor de los edificios volcánicos. El volcanismo continúa tras el depósito de las pizarras negras graptolíticas, observándose brechas post-freatomagmáticas y lavas. De acuerdo con Saupé (1990), el miembro inferior de la Cuarcita del Criadero sólo se desarrolla en la propia mina de Almadén, y atribuye sus variaciones laterales de potencia a inestabilidad tectonosedimentaria; en tanto que las ampelitas silúricas se depositarían en ambientes salobres próximos a la costa. Según el autor, la disminución local de la salinidad favorecida por el aporte de aguas continentales se reflejaría en los altos contenidos de bario e illita y bajos de boro apreciados en las ampelitas.

Kappes (1991) presenta una cartografía detallada, a escala 1:10.000, del núcleo Ordovícico-Silúrico del sinclinal de Corral de Calatrava. El límite entre ambos sistemas lo sitúa dentro de las Pizarras Chavera, sucedidas por una Cuarcita Castellar de escaso espesor (7 m), que a veces se presenta reemplazada por una intercalación volcánica (*Ganggestein*: 5-40 m). El Silúrico fosilífero se restringe a las Pizarras con Graptolitos (*Graptolithenschiefer*: 50 m), de las que resalta su coloración negra en la base y más

clara hacia techo, donde se presentan también algunas intercalaciones de areniscas. En los primeros 20 m de pizarras negras con grafito y pirita, cita en el texto los siguientes graptolitos del Llandovery: *Monograptus sedgwicki* (Portlock) (Lám. 6, figs. 7, 10), *M. cf. sedgwicki* (Portlock), *Climacograptus scalaris* (Hisinger), *Monograptus crispus* Lapworth, *Rastrites peregrinus* (Barrande), *Monograptus becki* (Barrande), *M. turriculatus* (Barrande), *M. cf. proteus* (Barrande) (Lám. 6, fig. 13) y *Petalograptus palmeus* (Barrande) (Lám. 6, fig. 9). Sin embargo, las formas ilustradas añaden a la lista *Diplograptus* sp. (Lám. 6, fig. 6), *M. priodon* (Lám. 6, figs. 8, 11) y *M. spiralis* (Lám. 6, fig. 12). Acompañando a los graptolitos cita braquiópodos (*Dalmanella* sp.: Lám. 6, figs. 2-3), bivalvos (*Cardiola* sp.: Lám. 6, fig. 1), y supuestos hiolítidos (*Hyolithes* sp.: Lám. 6, figs. 4-5). Todos estos fósiles proceden de una sección situada 2,9 km al este de la desembocadura del río Jabalón en el Guadiana. Por encima de las Pizarras con Graptolitos, Kappes (1991) cartografía un “Silúrico indiferenciado” del que no aporta ninguna descripción, pero que contiene nuevas intercalaciones de rocas volcánicas.

López Díaz (1991) compendia la estratigrafía del Paleozoico del sinclinal de la Sierra de San Pedro para, desde el punto de vista de la evolución varisca, identificar procesos de extensión cortical sinorogénicos importantes. Subdivide la sucesión silúrica en una cuarcita basal (50 m), seguida por 300 m de pizarras negras gris-azuladas, con algunos bancos arenicosos poco potentes. En tránsito gradual se halla la sucesión del Devónico inferior, que comienza con una unidad de alternancias de areniscas, cuarcitas y pizarras (750 m). Desde el punto de vista estratigráfico resalta la gran similitud de estas unidades con la sucesión representada en el sector de Mérida (Gonzalo, 1989).

Sarmiento y Rodríguez Núñez (1991) ilustran parte de los conodontos registrados por Rodríguez Núñez (1989: niveles PS 1-3, PN-1) y Rodríguez Núñez *et al.* (1989) en la Formación Guadarranquejo (Telychiense) del sinclinal de Guadarranque. Reiteran e ilustran los mismos taxones ya citados en ambos trabajos, y asignan las asociaciones a las biozonas *Celloni* y *Amorphognathoides* (según el esquema de Walliser, 1964), de edad Llandovery superior a Wenlock basal.

Palero Fernández (1991, 1992) describe las generalidades de la sucesión silúrica en un sector de la región surcentroibérica en torno al valle de Alcudia, comprendiendo los sinclinales de Puertollano y Solana del Pino, así como el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches. Sitúa tentativamente el límite Ordovícico-Silúrico hacia la parte media de los “Esquistos Chavera”, siguiendo a Hafenrichter (1980), con lo que atribuye la Formación Cuarcita del Criadero (50 m de promedio) al “Llandoveryense superior-Wenlockense” (1991), aunque posteriormente la restringe al Llandovery (1992). Sobre esta unidad se sitúa la “Formación Alternancias Volcanosedimentarias” (150-200 m), integrada por pizarras negras y materiales volcánicos, si bien las rocas volcánicas piroclásticas constituyen la mayor parte de la sucesión en el sinclinal de Solana del Pino y en la parte oriental del sinclinal de Puertollano, en tanto que en el norte del sinclinorio de Los Pedroches predominan las pizarras oscuras. Las Alternancias Volcanosedimentarias son consideradas como de edad Silúrico indiferenciado, debido a la ausencia de fósiles y a su situación bajo los equivalentes de la “cuarcita de Base” del Devónico inferior en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches. El único yacimiento paleontológico que menciona el autor dentro de las Alternancias Volcanosedimentarias son graptolitos del género *Monograptus* en unas pizarras próximas a Brazatortas (Ciudad Real). Como dato interesante, Palero Fernández (1991)

discute la hipótesis de Arbey y Tamain (1971) sobre la existencia de superficies glaciadas en el techo de la Fm. Cuarcita del Criadero de la región de El Centenillo, que en su opinión no son más que estrías producto de una laminación tectónica y “megaboudinamientos” observados también en su zona de trabajo. El autor atribuye el ambiente de depósito de la Formación Cuarcita del Criadero a un medio de llanura submareal, sucedida por una transgresión marina y actividad volcánica generalizada en el “Wenlockense”.

San José *et al.* (1992) actualizan la síntesis estratigráfica del Paleozoico inferior en la Zona Centroibérica meridional. Consideran al inicio de la sedimentación silúrica como muy complejo a nivel regional, involucrando probablemente una o más discontinuidades estratigráficas, con lagunas de distinta amplitud. Atribuyen definitivamente al Hirnantense el depósito de las formaciones Gualija, Chavera, “Pizarras de Castellar” y “Pizarras del Muro”, y sitúan tentativamente el límite Ordovícico-Silúrico dentro de las “Cuarcitas del Castellar” de El Centenillo, y de la “Cuarcita de Criadero” de Almadén, cuyo miembro medio (“Argillitas intermedias”) llegan a asociarlo con el ciclo sedimentario del Ordovícico terminal. El análisis de los datos de graptolitos encontrados en la base de la sucesión ampelítica suprayacente, les lleva a suponer que la “transgresión silúrica” vinculada con las sapropelitas sea marcadamente diacrónica entre el Aeroniense y el Sheinwoodiense. En cuanto al límite superior de la sucesión silúrica, los autores señalan que se situaría en la sucesión alternante infrayacente a las primeras cuarcitas devónicas fosilíferas. A falta de argumentos paleontológicos, se infiere que dentro de dichas alternancias estarían representados los materiales del Wenlock, Ludlow, Pridoli y Lochkoviense.

Soldevila Bartolí (1992a) publica los datos de su tesis doctoral (Soldevila Bartolí, 1991) relativos al sinforme de La Codosera-Puebla de Obando. Para el Silúrico utiliza las unidades propuestas por Santos García y Casas Ruiz (1979) con algunas modificaciones. En primer lugar, considera a las pizarras de la “Unidad de Aguas Claras” (200 m) como enteramente ordovícicas (“Llanvirn + Llandeilo”), sin tener en cuenta los graptolitos silúricos citados en la prolongación portuguesa (sinclinal de Portalegre: Romariz, 1962; Perdigão, 1967, 1973). En segundo lugar, las cuarcitas, areniscas y pizarras de la “Unidad de Sierrafría” (350 m) las data del rango Llandeilo terminal-Wenlock/Ludlow, añadiendo un yacimiento nuevo de graptolitos del Wenlock, localizado en la carretera al sur del embalse de la Peña del Águila, antes de su intersección con la carretera Alburquerque-Villar del Rey. Los graptolitos identificados por J.C. Gutiérrez-Marco son *Monograptus* cf. *lamarmorae* Meneghini, *M.* cf. *mutuliferus* Gortani, *Pristiograptus* cf. *vulgaris* (Wood) y *Pristiograptus* sp., de las biozonas de *Cyrtograptus rigidus*-*C. lundgreni*. En tercer y último lugar, Soldevila Bartolí (1992a) reasigna al Silúrico superior-Devónico inferior la “Unidad Calera” de Santos García y Casas Ruiz (1979), que sus autores habían atribuido al Devónico. Soldevila Bartolí (1992a) diferencia una “Unidad de la Calera Inferior” (0-80 m), con predominio de filitas y pizarras, alternantes con cuarcitas o areniscas en bancos centi- a decimétricos, especialmente abundantes hacia su parte superior. Basándose en datos paleontológicos portugueses (Perdigão, 1973; Gonçalves *et al.*, 1978), el autor español presupone una edad silúrica (Ludlow-Pridoli?) para la división inferior de la Unidad de la Calera, que incluiría además el tránsito Silúrico-Devónico.

En un segundo trabajo derivado de su tesis doctoral, Soldevila Bartolí (1992b) revisa la sucesión paleozoica de la Sierra de San Pedro. En ausencia de elementos paleontológicos, el límite Ordovícico-Silúrico lo sitúa hacia el techo de las “Pizarras de Valdesauce” (150-200 m), con yacimientos del Ordovícico Superior pre-Hirnantense. El Silúrico propiamente dicho se iniciaría con la “Cuarcita del Jabonero” (50 m), que resalta morfológicamente y es asignada al Llandovery por comparación con su supuesto equivalente en el sinclinal de Cáceres. En contacto neto sobre las cuarcitas se sitúan las “Pizarras de Valdelastras” (300 m), formadas por pizarras negras en la parte basal y pizarras gris azuladas, más micáceas, en el resto de la unidad, donde llegan a intercalarse niveles centi- y decimétricos de cuarcitas con estructuras sedimentarias. En las facies de pizarras negras se localizan dos yacimientos de graptolitos, identificados por J.C. Gutiérrez-Marco. El primero de ellos se sitúa a 15-20 m de la base, junto al pozo de Valdelastras y contiene *Pristiograptus* cf. *dubius* (Suess) y *Monograptus* sp., que indican un intervalo de edad probablemente Wenlock. El segundo yacimiento se halla en el camino de Aliseda a la casa de Valdelastras, y contiene *Monoclimacis* cf. *vomerina* (Nicholson) y *Monograptus* cf. *flemingii* (Salter) del Wenlock superior. Las circunstancias estratigráficas llevan a Soldevila Bartolí (1992b) a suponer que la base de las “Pizarras de Valdelastras” puede situarse en el límite Llandovery-Wenlock (o contener materiales condensados o mecanizados del Llandovery) y que el techo de la unidad alcance el Ludlow, dado que las “cuarcitas de Aliseda” suprayacentes contienen un yacimiento de probable edad Emsiense. Sin embargo, en la disquisición del límite Silúrico-Devónico no se hace alusión alguna al intervalo Pridoli-Praguiense.

Ortega Gironés y Hernández Sobrino (1992) sintetizan el conocimiento sobre los yacimientos de mercurio del sinclinal de Almadén, especialmente sobre el ciclo volcánico sinsedimentario del Silúrico, relacionado con las mineralizaciones en la Cuarcita del Criadero, que asignan al Llandovery.

Gallardo Millán *et al.* (1994) realizan un estudio estratigráfico detallado de la Cuarcita de Criadero en el sinclinal de Almadén. Establecen el estratotipo de la unidad en la planta 9ª de la mina, distinguiendo diez tramos agrupados en cuatro miembros que, de muro a techo, son: Cuarcita Inferior (8,5-11,5 m), Pizarras Intermedias (3-8 m), Cuarcitas Intermedias (aprox. 25 m) y Cuarcitas Superiores (9-12 m). Los últimos dos miembros equivaldrían al “miembro superior” de la Cuarcita de Criadero de autores precedentes. En cuanto a la datación de la unidad, el estudio le atribuye una edad Llandoveryense de acuerdo con la mayoría de trabajos anteriores. Gallardo Millán *et al.* (1994) aprecian notorias diferencias en el desarrollo estratigráfico de la Cuarcita de Criadero entre ambos flancos del sinclinal de Almadén. En el flanco sur, la unidad presenta una potencia y continuidad más homogénea frente a lo observado en el flanco norte, donde se individualiza en cuerpos discontinuos lateralmente y más delgados, con predominio de los términos pizarrosos. Para interpretar estas variaciones, los autores proponen un modelo de sedimentación desarrollado dentro de una plataforma siliciclástica. Hacia el sur-suroeste, las facies serían más someras y estarían influidas por tormentas y mareas, mientras que profundizarían hacia el norte, con barras lineales de arena penetrando en la plataforma lutítica, y predominio de corrientes unidireccionales con sentido noreste para el conjunto del sinclinal. El ambiente de sedimentación del flanco sur, más homogéneo, corresponde a una plataforma o rampa somera submareal, con cuerpos laminares de arena (“blanket sandstones”) y migración

de “megaripples” mareales mar adentro (reflujo dominante) en los periodos de buen tiempo, los cuales serían retocados o destruidos por episodios de tormenta.

Jébrak y Hernández (1995) describen las características metalogenéticas del yacimiento de mercurio de Las Cuevas y lo comparan con el de la mina de Almadén, hasta el punto de asumir que la Cuarcita de Las Cuevas representaría el equivalente estratigráfico de la Cuarcita del Criadero. Las conclusiones del trabajo fueron rebatidas por Ortega (1997), quien aprecia errores en la cartografía del trabajo precedente y considera a la cuarcita de la mina de Las Cuevas como de edad Devónico inferior, y por lo tanto no correlacionable con la Fm. Cuarcita del Criadero (Silúrico Inferior). En su réplica a la discusión, Jébrak y Hernández (1997) aluden a la intensa fracturación del área y a un estudio micropaleontológico inédito que presuntamente demostraría la edad silúrica de la Cuarcita de Las Cuevas. En realidad, se trata de una única muestra que contiene “fragmentos de quitinozoos escasamente reconocibles” de los géneros *Tanuchitina*, *Cingulochitina* y *Calpichitina* cuya asociación, en ausencia de formas claramente devónicas, resultaría comparable con niveles silúricos del norte de España y Argelia (A. Soufiane y A. Achab en Jébrak y Hernández, 1997, p. 299). De acuerdo con Jébrak y Hernández (1997), la muestra palinológica procede de horizontes no especificados situados en la Unidad 1 de Jébrak y Hernández (1995), cuyo contexto litoestratigráfico resulta comparable con las “Alternancias Malva”, que incluyen el límite Silúrico-Devónico en la región de Almadén. Dado que la “Cuarcita de Las Cuevas” es un equivalente lateral probable de la Formación Doradillo (Devónico basal) de Herrera del Duque, cualquiera que sea el horizonte de procedencia de la muestra palinológica en la Unidad 1 de Jébrak y Hernández (1995), sin duda podría pertenecer al Silúrico por situarse estratigráficamente por debajo de la “Cuarcita de Las Cuevas”.

García-López *et al.* (1996) realizan una síntesis general sobre los conodontos y los episodios carbonatados del Silúrico en el suroeste de Europa y noroeste de África. En la misma incluyen los datos de conodontos telychienses del sinclinal de Guadarranque, derivados del trabajo de Sarmiento y Rodríguez Núñez (1991), donde el taxón “*Oulodus fluegeli* Walliser es transferido al género *Aspelundia*.

García Palacios *et al.* (1996a) inician el estudio detallado de la sucesión silúrica en el núcleo del sinclinal de Corral de Calatrava (Ciudad Real). En una sección contigua a la confluencia de los ríos Guadiana y Jabalón, describen diversos niveles de graptolitos presentes en los niveles de tránsito entre la Cuarcita de Criadero y las pizarras graptolíticas. El horizonte más antiguo se sitúa 25 cm por debajo del techo de la cuarcita y contiene ejemplares de *Normalograptus* cf. *rectangularis* (McCoy) (niveles 7 y 8) acumulados por corrientes en areniscas, que conservan parte de su relieve original (ilustrados en su fig. 2A-D). En las lutitas micáceas del tránsito a las pizarras negras, se vuelve a identificar la misma especie asociada a *Monograptus lobiferus* (McCoy) y *Coronograptus?* sp. (nivel 10), lo que lleva a considerar una edad Aeroniense para, al menos, la parte terminal de la Cuarcita del Criadero. Los siguientes horizontes fosilíferos corresponden ya al Telychiense basal (Biozona *Linnaei*), representada tanto en el techo de la cuarcita (niveles 12 y 13) como en la base de las pizarras negras suprayacentes (niveles 14 y 15). La lista sintética de graptolitos identificados consta de *Petalograptus elongatus* Bouček y Přibyl, *P.* cf. *palmeus* (Barrande), *Metaclimacograptus* sp., *Glyptograptus incertus* Elles y Wood, *Pseudoretiolites* cf. *dentatus* Bouček y Münch, *Monograptus marri* Perner, *M.* cf. *becki* (Barrande),

*Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch y Melchin, *Stimulograptus halli* (Barrande), *Torquigraptus planus* (Barrande), *T. aff. proteus* (Barrande), *Pristiograptus pristinus* Přibyl, *Pr. cf. variabilis* (Perner), *Rastrites gracilis* Přibyl, *R. cf. schaueri* Štorch y Loydell, y *Diversograptus* sp., junto a restos mandibulares de crustáceos filocáridos. Con los nuevos datos, García Palacios *et al.* (1996a) discuten la posición del límite Ordovícico-Silúrico en diversas secciones surcentroibéricas. En su opinión, el Silúrico debuta en la cuarcita terminal de la Formación Gualija de los sinclinales de Guadarranque y Herrera del Duque, se situaría dentro de los equivalentes de la Fm. Cuarcita del Criadero (Cuarcita Castellar) y, en Almadén, le atribuyen una edad esencialmente Hirnantense a esta última formación, preludiando el descubrimiento de la fauna de Hirnantia en el miembro inferior de la Fm. Cuarcita del Criadero (Lorenzo *et al.*, 1997; Villas *et al.*, 1999) y de graptolitos aeronienses cerca del techo del miembro superior (Lorenzo Álvarez y Gutiérrez-Marco, 2009).

En una segunda contribución, García Palacios *et al.* (1996b) dan a conocer la existencia de una sucesión de pizarras negras bastante continua al norte de Corral de Calatrava (Ciudad Real), coincidente con la localidad señalada por Kappes (1991) en orilla sur del río Jabalón. El estudio biostratigráfico preliminar revela la presencia de 5-6 biozonas del Telychiense (*linnaei*, *turriculatus*, *crispus*, *griestoniensis*, *tullbergi*, *spiralis* e *insectus*?), 4 del Sheinwoodiense (*murchisoni*, *dubius*, *belophorus* y *ramosus-perneri*) y 2 del Homeriense (*lundgreni*?, *parvus*?).

En el mismo perfil estratigráfico anterior, García Palacios y Rábano (1996) describen e ilustran el hallazgo de los primeros trilobites silúricos de la región surcentroibérica española, consistentes en 51 ejemplares de la especie *Preodontochile batallieri* (Hernández Sampelayo), definida originalmente en el Telychiense del Camprodón (Gerona). En Corral de Calatrava el taxón se halla representado en la Biozona *Spiralis* del Telychiense, entre 13,6 y 14,6 m por encima de la base de la unidad ampelítica. Desde el punto de vista paleobiogeográfico, se trata del primer registro de una especie no pelágica en común con los Pirineos, cuya sucesión silúrica se asigna tradicionalmente a contextos paleogeográficos y bioestratigráficos muy diferentes.

La investigación detallada de la sección de Corral de Calatrava condujo al hallazgo de conodontos, conservados como moldes en las pizarras negras graptolíticas. Sarmiento y García Palacios (1996) citan tres asociaciones con estos microfósiles. La más antigua corresponde a las biozonas *linnaei*, *turriculatus* y *crispus* de graptolitos, y se caracteriza por la concurrencia de formas típicas de ambientes someros (*Distomodus*, *Apsidognathus*) con otras propias de la plataforma externa (*Dapsilodus*, *Walliserodus*, *Pseudolonchodina*). Los taxones identificados comprenden elementos coniformes de *Dapsilodus* cf. *obliquicostatus* (Branson et Mehl), *Dapsilodus* sp., *Panderodus* cf. *greenlandensis* Armstrong, *P. cf. recurvatus* (Rhodes), *Panderodus* sp. y *Walliserodus* sp., junto a elementos ramiformes y pectiniformes de *Apsidognathus*? sp., *Astropentagnathus*? sp., *Distomodus* cf. *staurognathoides* (Walliser), *Distomodus*? sp., *Kockelella*? sp., *Ozarkodina* sp. aff. *O. excavata* (Branson et Mehl), *Pseudolonchodina* cf. *fluegeli* (Walliser), *Pseudolonchodina*? sp. y *Oulodus*? sp. La siguiente asociación se reconoce en las biozonas *griestoniensis* y *tullbergi* de graptolitos, y consta de raros elementos de *Apsidognathus*? sp. y *Distomodus* cf. *staurognathoides* (Walliser). Finalmente, los conodontos vuelven a ser abundantes en las biozonas *spiralis* y *murchisoni* de graptolitos (Telychiense-Sheinwoodiense), donde se identificaron



*Distomodus* cf. *staurognathoides* (Walliser), *Distomodus?* sp., *Kockelella* sp. aff. *ranuliformis* (Walliser), *Kockelella?* sp., *Ozarkodina* cf. *excavata* (Branson et Mehl), *Ozarkodina?* sp., *Pseudolonchodina?* sp. y *Oulodus?* sp. Esta última asociación se atribuye a un medio somero en atención a la diversa fauna bentónica y nectónica asociada, que concuerda con la ausencia de conodontos de aguas profundas. El trabajo de Sarmiento y García Palacios (1996) fue considerado posteriormente en una síntesis sobre los conodontos silúricos de la Península Ibérica (Sarmiento *et al.*, 1998), donde el intervalo de Corral fue considerado como equivalente al de las biozonas de *Pterospathodus celloni* y de *P. amorphognathoides* (sensu Walliser, 1964), en ausencia de las formas nominales, que corresponderían a elementos de aguas profundas.

Pardo Alonso y García-Alcalde (1996) y Pardo Alonso (1997) completan la división litoestratigráfica del Devónico de la región surcentroibérica. Por debajo de la nueva Formación Cerro Risquillo (= "Cuarcita de Base" sensu stricto), reasignada al Praguense-Emsiense basal, distinguen unas "Alternancias Malva" indeterminadas en los sectores de Almadén, Guadalmez y Cabeza del Buey; en tanto que en el sinclinal de Herrera del Duque la última unidad sería equivalente al "Grupo del Cerro Escudero". Éste estaría integrado por tres unidades, de las cuales la intermedia (Formación Cuarcitas del Doradillo) representaría el techo del Silúrico y, la superior (Formación Pelitas de Valdenmedio), sería ya devónica (Lochkoviense), de acuerdo con el hallazgo del trilobites *Trimerus* cf. *acuminatus* en su misma base. La correlación del límite Silúrico-Devónico la extienden, tentativamente, al sinclinal de La Codosera (Unidad de La Calera), Sierra de San Pedro (Pizarra de Valdelasmanos) y Sierra Morena oriental. Los materiales del Silúrico superior se agruparían en la "Alternancia de la Corchada", una unidad de carácter informal debido a la posición incierta de su límite inferior en el corte de referencia. De ella suelen aflorar los 300 m superiores, constituidos por hasta 60 m de limolitas y pelitas, con intercalaciones de areniscas cuarcíticas, y areniscas micáceas. Estos tramos alternan con otros de 20-25 m formados a su vez por una alternancia de pelitas, limolitas y areniscas, cuarcíticas y micáceas; en ocasiones estas últimas llegan a predominar netamente sobre los materiales más finos. De acuerdo con Pardo Alonso (1997), la "Alternancia de la Corchada" sería correlacionable con las "Areniscas de Las Cabezuelas" y las "Cuarcitas del Cerro Herrumbre" del sinclinal de Guadarranque (Rodríguez Núñez *et al.*, 1989).

Gutiérrez-Marco *et al.* (1997a) revisan el yacimiento de graptolitos silúricos descubierto por Herranz Araújo (1985) al este de Zarza de Alange (Badajoz), concluyendo que las formas del Telychiense citadas por ese autor corresponden, en realidad, a variantes preservacionales de una especie más moderna (*Monograptus flemingii*, del Wenlock). En el mismo trabajo describen dos nuevos puntos fosilíferos para el área de Alange. El primero se sitúa en la ladera meridional del monte Calvario, al este de Zarza de Alange, y contiene *Monograptus flemingii* (Salter) (ilustrado en la fig. 2a-b del trabajo), *Cyrtograptus hamatus* (Baily) (idem., fig. 2c-d), *Monoclimacis* sp. y *Paraplectograptus* sp. La asociación es indicativa de la Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* del Homerense, y junto a los graptolitos se citan restos de braquiópodos rinconélidos, fragmentos de euriptéridos (uno de ellos ilustrado en la fig. 2f) y cornulítidos. El segundo yacimiento nuevo fue descubierto por Meinken (1995) en el embalse de Alange (Badajoz), al oeste del castillo. El estudio de Gutiérrez-Marco *et al.* (1997) revela la presencia de *Saetograptus leintwardiensis* (Lapworth) (representado en la fig. 2g) y *Pristiograptus* sp., junto con restos de algas, euriptéridos (uno de ellos fotografiado en la

fig. 2e), filocáridos, nautiloideos ortoconos, bivalvos cardiólidos, rinconélidos y acumulaciones de quitinozoos. La edad indicada por el primero de los graptolitos es Ludfordiense basal (Ludlow “superior”). Las pizarras graptolíticas de ambos yacimientos se apoyan en aparente disconformidad sobre los materiales cuarcíticos del Ordovícico Inferior, que en opinión de Herranz Araújo (1984) equivale a la discontinuidad d’’, de alcance regional.

Con motivo de la primera reunión de campo celebrada en España por la Subcomisión Internacional de Estratigrafía del Silúrico (1998) se publica un volumen especial que reúne distintas contribuciones de interés para el Silúrico surcentroibérico. La primera es una síntesis general de este sistema en la Península Ibérica (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1998), donde se presenta una columna sintética para las regiones de Almadén, Guadarranque y Sierra Morena oriental, con tres unidades concordantes: la Cuarcita de Criadero (Hirnantense-Llandovery: 7-70 m), la Formación Guadarranquejo (Llandovery-Wenlock: hasta 60 m) y el Grupo Cerro Escudero (Wenlock a Lochkov: 150-400 m). La bioestratigrafía de las pizarras graptolíticas del Llandovery-Wenlock es abordada con mayor detalle en la guía de la excursión central de la reunión, donde Štorch *et al.* (1998) presentan la sección del río Jabalón (al norte de Corral de Calatrava), descubierta por Kappes (1991) y anticipada por García Palacios *et al.* (1996b). En esta guía se indican las asociaciones de graptolitos reconocidas en siete divisiones del Telychiense, cuatro del Sheinwoodiense y una del Homeriense basal. La Biozona de *Rastrites linnaei* (Subzona de *P. hispanicus*) comprende, entre otros, *Metaclimacograptus asejradi* Legrand, *Parapetalolithus hispanicus* (Haberfelner), *Pseudoplegmatograptus obesus* (Lapworth), *Pristiograptus pristinus* Přibyl, *P. variabilis* (Perner), *P. bjerringus* Bjerreskov, *Stimulograptus becki* (Barrande), *Monograptus marri* Perner, *Torquigraptus planus* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Streptograptus linearis* Chen y *Rastrites linnaei* Barrande. La Biozona de *Spirograptus turriculatus* se caracteriza por la asociación de *S. turriculatus* (Barrande), *M. flamandi* (Legrand), *P. cf. altissimus* (Elles & Wood) y *Stim. cf. utilis* Loydell, entre otros. La Biozona de *Torquigraptus arcuatus* está representada por *T. arcuatus* (Bouček), *T. cf. proteus* (Barrande), *Parap. hespericus* Štorch, *M. flamandi* (Legrand), *Pseudoplegm. ex gr. obesus* (Lapworth), *P. initialis* (Kirste), *M. marri* Perner y *Cochlograptus veles* (Richter), entre otros. En la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* continúa representadas gran parte de las especies de la biozona anterior, a las que se suman *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *T. australis* Štorch y *Retiolites geinitzianus* (Barrande). La Biozona de *Torquigraptus tullbergi* se caracteriza por *T. tullbergi* (Bouček), *T. flagellaris* (Törnquist), *M. priodon* (Bronn), *Stim.? splendens* Štorch, *M. curvus* Manck y *Retiolites geinitzianus* (Barrande). En la Biozona de *Oktavites spiralis* se registran *O. spiralis* (Geinitz), *O. falx* (Suess), *M. praecedens* Bouček, *M.? grobsdorfiensis* (Hemmann), *Mcl. geinitzii* (Bouček) y *Euromonoclimacis iberica* Štorch. La identificación tentativa de la Biozona de *Cyrtograptus insectus?* supone el techo del Llandovery y se fundamenta en la presencia de *Cyrtograptus insectus* Bouček, *R. cf. angustidens* Elles & Wood, *M. priodon* (Bronn) y *M. aff. probosciformis* Bouček. El Wenlock debuta localmente con la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* reconocible por la asociación de *C. cf. murchisoni* Carruthers, *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Barrandeograptus* sp., *Pristiograptus praedubius* (Bouček), *M. priodon* (Bronn), *M. cf. firmus* Bouček y *Euromonoclimacis adunca* Bouček. La Biozona de *Pristiograptus dubius* comprende *P. dubius dubius* (Suess) y *P. dubius latus* (Bouček). Le sigue la Biozona de *Monograptus belophorus*, con *M.*

*belophorus* (Meneghini), *M. antennularis* (Meneghini), *P. dubius* (Suess) y *Monoclimacis hemipristis* (Meneghini). La última biozona del Sheinwoodiense corresponde a la Biozona de *Cyrtograptus ellesae*, con *C. ellesae* Gortani, *C. ramosus* Bouček, *M. flemingii* (Salter), *M. aff. belophorus* (Meneghini) y *Mcl. flumendosae* (Gortani). La asociación más moderna registrada se asigna al Homeriense basal, tentativamente a la Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*?, compuesta por *Cyrtograptus hamatus* (Baily), *C. ellesae* Gortani, *Monograptus flemingii* (Salter), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani) y *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček).

Pardo Alonso (1998) discute la posición del límite Silúrico-Devónico en los sinclinales de Almadén y Herrera del Duque, extendiendo la correlación de algunas unidades al sinclinal de Guadarranque. Presenta nuevos hallazgos de braquiópodos y trilobites en la sucesión de Herrera del Duque, comprendidos en la parte superior de la “Alternancia de la Corchada”, la cuarcita Doradillo y la Formación Valdemedio (terminología de Pardo Alonso y García-Alcalde, 1996). Los niveles con *Ancillotoechia* aff. *ancillans*, *Microsphaeridiorhynchus*? cf. *nucula* y *Trimerus* cf. *acuminatus* en las dos primeras unidades, definen un “intervalo de incertidumbre”, de unos 250 m de espesor, en cuanto a la posición del límite Silúrico-Devónico, previo a las primeras faunas del Lochkoviense localizadas a techo de la Formación Doradillo o su equivalente en Almadén (cuarcita de Las Cuevas). De acuerdo con Pardo y García-Alcalde (1984), el límite superior del Lochkoviense se situaría dentro de la Fm. Risquillo (= “Cuarcita de Base”) en el sinclinal de Guadalmez.

Štorch (1998a) realiza una correlación bioestratigráfica entre las principales secuencias graptolíticas del centro y sur de Europa, incluyendo una referencia a la sección de Corral de Calatrava (García Palacios *et al.*, 1996b; Štorch *et al.*, 1998). En función de los datos disponibles, adscribe la misma a la “subfauna de diversidad moderada”, incluida en la Provincia de Graptolitos de la Europa Perigondwánica (PGE). La subfauna se caracteriza por la concurrencia de graptolitos epipelágicos de aguas someras y especies diagnósticas de rastrítidos, petalolítidos y torquigraptidos del Llandovery, así como algunos cirtograptidos y *Testograptus* en el Wenlock. La presencia de macrofósiles no graptolíticos (euriptéridos, filocáridos, nautiloideos, bivalvos y braquiópodos) sugiere que la anoxia se situaba aproximadamente en la interfase agua-sedimento, en unos ambientes de plataforma, no necesariamente profundos.

Štorch (1998b) describe diversas especies de graptolitos, algunas de ellas nuevas, diagnosticadas en el corte del río Jabalón (Corral de Calatrava, Ciudad Real) así como en la Rama Castellana de la Cordillera Ibérica. Con localidad y estratotipo centroibérico propone la forma *Euroclimacis iberica* sp. n., y describe material de Corral de las especies *Metaclimacograptus asejradi* Legrand, *M. flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus hispanicus* (Haberfelner), *P. meridionalis* (Legrand), *Monograptus curvus* Manck, *M. juancarlosi* sp. n., *Oktavites?* *falx* (Suess), *Stimulograptus becki* (Barrande), *S.?* *splendens* sp. n., *Torquigraptus arcuatus* (Bouček), *T. australis* sp. n. y *T. tullbergi* (Bouček). Parte de los ejemplares centroibéricos de estos tramos fueron ilustrados por Štorch (1998b, Text-fig. 3. Figs. 2, 3, 5, 8, 9, 13, 14; Text-fig. 4. Figs. 5, 6, 9, 11, 14; Text-fig. 5. Figs. 2, 4, 10, 11; reilustrados por nosotros en las Figs. 17 y 18).

Gumiel Martínez *et al.* (1998, 2002) elaboran una cartografía de síntesis de un sector extremeño que comprende los afloramientos silúricos del sinclinal de Cáceres, sinforme de la sierra de San Pedro y sinforme de La Codosera-Puebla de Obando. Para las dos últimas estructuras asumen la litoestratigrafía y dataciones provenientes esencialmente de Soldevila (1991, 1992a, 1992b), incluyendo las unidades consideradas como “cuarcitas basales” del Silúrico.

Sarmiento y Gutiérrez-Marco (1999) citan el hallazgo de cantos fosilíferos del Ordovícico y Silúrico en una sucesión carbonífera que aflora en el paraje de Valsequillo, al noroeste de Adamuz (Córdoba, Dominio de Obejo-Valsequillo). Los materiales ordovícicos representarían restos de unidades de afinidad centroibérica (“capas con Tristani”, pizarras Chavera, caliza Urbana), en tanto que los cantos de caliza del Silúrico contienen cardiólidos, ortocerátidos y trilobites, de afinidades “ossa-morénicas”.

Herranz *et al.* (1999a, 1999b) proponen diferenciar al Dominio Obejo-Valsequillo (= Banda Portalegre-Peraleda-Adamuz) como una nueva división del Macizo Hespérico, a la que denominan Zona Lusitano-Mariánica. Los argumentos principales son de índole estratigráfica y paleogeográfica, pues la nueva zona combina un basamento Proterozoico-Cámbrico inferior, parecido al de Ossa-Morena, con una cobertera paleozoica de claras afinidades centroibéricas. Sin embargo, la sucesión silúrica marca una elevación paleogeográfica en el núcleo de la división propuesta, con tendencia a migrar lateralmente durante este periodo. En el sureste del área existen calizas negras con ortocerátidos del Silúrico superior, desconocidas en la región surcentroibérica, en tanto que un Silúrico fuertemente extensivo pudo rebasar hacia el suroeste el eje Badajoz-Córdoba, llegando probablemente a apoyarse sobre un zócalo beturiense arrasado.

Villas *et al.* (1999) describen detalladamente el primer hallazgo de la Fauna de Hirnantia en España, anticipado por Lorenzo *et al.* (1997). La localidad se sitúa en el techo del miembro inferior de la Formación Cuarcita del Criadero del sinclinal de Almadén, concretamente en un punto situado al noreste de la mina de Las Cuevas. La asociación de braquiópodos comprende las especies *Hirnantia sagittifera* (M'Coy) y *Plectothyrella crassica costae* Havlíček que caracterizan una asociación hirnantiense de afinidades norteafricanas. Este hallazgo es importante porque confirma la posición del límite Ordovícico-Silúrico dentro de la Cuarcita del Criadero, de acuerdo con la hipótesis planteada por San José *et al.* (1992) y García Palacios *et al.* (1996).

En una síntesis paleontológica sobre el Silúrico español, Gutiérrez-Marco *et al.* (2001) consideran la escala bioestratigráfica de graptolitos de Corral de Calatrava, como representativa de la Zona Centroibérica española y reproducen algunas ilustraciones de trilobites y euriptéridos tomadas de los trabajos de García Palacios y Rábano (1996) y Gutiérrez-Marco *et al.* (1997), respectivamente. Como dato nuevo presentan el descubrimiento de muellerisféridos (mazueloides) en el Prídoli del noroeste de Adamuz (Córdoba, Dominio de Obejo-Valsequillo), de los que ilustran dos ejemplares.

Robardet y Gutiérrez-Marco (2002) aportan una nueva síntesis sobre el Silúrico de España en la que citan tres columnas representativas de la sucesión silúrica del sector meridional y suroriental de la Zona Centroibérica: Guadarranque, Herrera del Duque y Almadén. El límite Ordovícico-Silúrico lo sitúan por encima de las facies de “Pelitas

con Fragmentos” (Fm. Gualija, Pizarras Chavera, Pizarras de Muro) y dentro del miembro superior de la Fm. Cuarcita del Criadero de Almadén. Por su parte, los límites Wenlock-Ludlow, Ludlow-Prídoli y Prídoli-Lochkoviense se situarían de forma imprecisa dentro de las Areniscas de Las Cabezuelas, las Cuarcitas de Cerro Herrumbre y las Alternancias de La Corchada, con el límite Silúrico-Devónico por debajo de las cuarcitas de Doradillo y Las Cuevas. En esto último concuerdan con la síntesis del Devónico español presentada en el mismo volumen (García-Alcalde *et al.*, 2002), donde se añade la ubicación del mismo límite en el miembro inferior de la Unidad de La Calera (columna “La Codosera”) del Dominio Obejo-Valsequillo, o en la parte baja de las Pizarras de Valdelasmanos de la Sierra de San Pedro. Robardet y Gutiérrez-Marco (2002) evalúan la paleogeografía del silúrico surcentroibérico, señalando las afinidades paleobiogeográficas de algunos graptolitos telychienses con respecto a la plataforma gondwánica africana: *Metaclimacograptus asejradi* de las biozonas de *R. linnaei* y *S. turriculatus*; *M. flamandi* de las biozonas de *T. arcuatus* a *T. tullbergi*; y *Parapetalolithus meridionalis*, de las biozonas de *T. arcuatus* a *Mcl. griestoniensis*.

Robardet (2002, 2003) examina los diferentes modelos paleogeográficos pre-variscos para el suroeste de Europa y defiende que las sucesiones ordovícico-devónicas ibero-armorianas muestran una conexión evidente con la plataforma gondwánica del norte de África, sin que hubieran evolucionado aisladamente, como parte de una “microplaca” *Armórica*, separada del resto de Gondwana por el océano Rheico. También reitera que las facies y faunas marinas paleozoicas demuestran una continuidad de la Zona Centroibérica con las regiones Centro y Norte Armoricanas.

Martínez Poyatos (2002) sintetiza la sucesión paleozoica precarbonífera en ambos flancos del sinclinorio de Los Pedroches (“Dominio Lusitano-Alcúdico”). En la banda meridional atribuye tentativamente al Silúrico un afloramiento considerado de edad devónica en el sector de Hornachos-Peraleda del Zaucejo, y para el sector de Espiel revalida el amplio afloramiento de Silúrico fosilífero cartografiado por Apalategui Isasa *et al.* (1985b) al sur de Villaharta (Córdoba), que asigna a la “Unidad Alóctona” del “Dominio Lusitano-Alcúdico”.

En 2003 se publican tres nuevas hojas MAGNA que completan la cartografía del sector español del sinforme de La Codosera-Puebla de Obando. Los trabajos de Santos García *et al.* (2003a, 2003b) y López Sopeña *et al.* (2003) adoptan el esquema estratigráfico propuesto por Santos García y Casas Ruiz (1979), con las modificaciones introducidas por Soldevila Bartolí (1992a) para la Unidad de Calera. Así, sobre la unidad ordovícica de Aguas Claras, la nueva cartografía reconoce una unidad de “Areniscas y pizarras con cuarcitas intercaladas” (150-400 m; = Unidad Sierrafría), en la que pueden reconocerse hasta tres resaltes de cuarcitas. La edad estimada se extiende desde el Llandeiliense-Caradociense hasta el Wenlockiense superior, este último dato indicado por los graptolitos encontrados por Soldevila Bartolí (1992a) en las proximidades del embalse de la Peña del Águila. Por encima sitúan una sucesión de “Pizarras y areniscas con cuarcitas ferruginosas” (200-400 m; = Unidad Calera sensu lato), de límites estratigráficos imprecisos, que atribuyen al Ludlow-Siegeniense. Los materiales devónicos fosilíferos debutarían en la Unidad Gévora suprayacente, asignada al Devónico Inferior. La cartografía de la prolongación más oriental de la misma estructura no se publica hasta cinco años más tarde (López Sopeña *et al.*, 2008), incluida en la llamada “Unidad del Valle”. En ella se diferencia una unidad cartográfica

de rango “Ordovícico superior - Llandoveryense” que comprende 400 m de pizarras con intercalaciones arenosas o cuarcíticas, además de un lentejón local de calcarenitas recrystalizadas (60 m), que sitúan en el límite Ordovícico-Silúrico en ausencia de argumentos paleontológicos.

Gumiel *et al.* (2003, 2010), basándose en Martín Herrero *et al.* (1987) describen someramente la estratigrafía de la sucesión silúrica del sinclinal de Monfragüe, que desglosan en: una unidad inferior de cuarcitas blancas (“cuarcita de Llandovery”: 5 a 15 m) y una superior de pizarras, areniscas, pizarras ampelíticas con graptolitos y rocas básicas intercaladas (unos 100 m de potencia máxima), que atribuyen esencialmente al Silúrico superior.

Kříž *et al.* (2003), en un trabajo de síntesis sobre la estratigrafía y paleogeografía del Silúrico gondwánico europeo y bohémico, optan por presentar una columna para la Zona Centroibérica meridional, compuesta a partir de las secciones de Almadén y Corral de Calatrava. La parte superior de la Fm. Cuarcita del Criadero (“Formación Criadero”) es referida al intervalo Rhuddaniense-Aeroniense, comprendido entre las biozonas de *P. acuminatus* y de *L. convolutus*, con la posible existencia de un hiato estratigráfico equivalente a la Biozona de *S. sedgwicki* (Aeroniense terminal) en el tránsito a las pizarras con graptolitos (Formación Guadarranquejo, 5-50 m). Esta unidad abarcaría desde la Biozona de *S. guerichi* (Telychiense) hasta la de *C. lundgreni* (Homeriense basal). La parte inferior del Grupo Cerro Escudero (150-400 m) es atribuida al Wenlock superior, Ludlow y Prídoli. La columna se representa en clave litológica normalizada, acompañada por tamaños de grano o texturas, y por una curva de profundidades relativas, discriminada mediante las asociaciones bentónicas (BA 0-6).

En 2004 continúa la publicación de hojas MAGNA al sur de la alineación del batolito de Los Pedroches. Contreras Vázquez *et al.* (2004) y Apalategui Isasa *et al.* (2004) diferencian, dentro de la llamada Unidad Valsequillo-Peraleda, extensos afloramientos que atribuyen al rango Silúrico superior-Devónico, formados por pizarras marrones y cuarcitas ferruginosas. En ellas se intercalan niveles de cuarcitas y de calizas que generan relieves prominentes, y que afloran en ambos flancos del anticlinal de Peraleda. La presencia de materiales silúricos está asegurada por el hallazgo de lentejones de calizas negras “ludlowienses”, con nautiloideos ortocónicos y bivalvos (*Cardiola* cf. *interrupta*), encontrados por Contreras Vázquez *et al.* (2004) en dos localidades cerca de la base de la unidad (sur del puerto de los Tres Mojones y oeste de la Granjuela). Los fósiles del Devónico Inferior y Superior abundan en las intercalaciones arenosas del resto de la sucesión. La existencia de materiales silúrico-devónicos directamente por encima de las unidades del Ordovícico Inferior cuarcítico, o de las pizarras “llanvirnienses”, es atribuida a un amplio hiato sedimentario.

Moreno *et al.* (2004) y Matas *et al.* (2005) realizan la cartografía MAGNA de la terminación periclinal occidental del sinclinal de Herrera del Duque. Consideran que la sucesión del Ordovícico terminal comprende “pelitas con fragmentos”, en las que se intercala la “Cuarcita de Las Majuelas”, que culminan con una barra discontinua de cuarcitas, de hasta 15 m, que equiparan a la “Cuarcita de Criadero” (en parte Silúrica). Sobre la unidad anterior se superpone el Grupo Cerro Escudero, que comienza con 15 a 20 m de pizarras negras graptolíticas (Fm. Guadarranquejo) del Llandovery superior y Wenlock basal. Continúa con 200 a 300 m de alternancias pizarras negras a grises y

areniscas cuarcíticas (Fm. Guadarranque) del Wenlock superior-Prídoli, que podría extenderse al Lochkoviense. Los primeros niveles fosilíferos del Devónico se sitúan en la base de la cuarcita del Cerro Doradillo suprayacente, con braquiópodos, trilobites, moluscos y equinodermos del Lochkoviense, que coincidirían con la localidad mencionada por Pardo Alonso (1998). Como hallazgos paleontológicos del Silúrico, Moreno *et al.* (2004) mencionan una localidad situada al sureste de la sierra de Velasco, cerca del techo de la unidad ampelítica, donde los nódulos decalcificados contienen restos de ortocerátidos y los graptolitos *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn), *Torquigraptus tullbergi*? Bouček, *T.* cf. *arcuatus* Bouček, *Streptograptus* cf. *loydelli* Štorch & Serpagli, *Petalograptus* cf. *giganteus* (Bouček & Munch), *Metaclimacograptus*? sp. y *Stomatograptus grandis* (Suess) s.l.. La asociación la atribuyen al Telychiense, probablemente a la Biozona de *T. tullbergi*. Ascendiendo en la sucesión, otros niveles con nódulos proporcionaron restos de ortocerátidos, en tanto que en las ampelitas de un afloramiento temporal, cuya localización no figura en los mapas, se identificaron *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Monograptus flemingii* (Salter) y *Pristiograptus* cf. *giganteus* (Gortani). Está segunda asociación la atribuyen al Sheinwoodiense tardío.

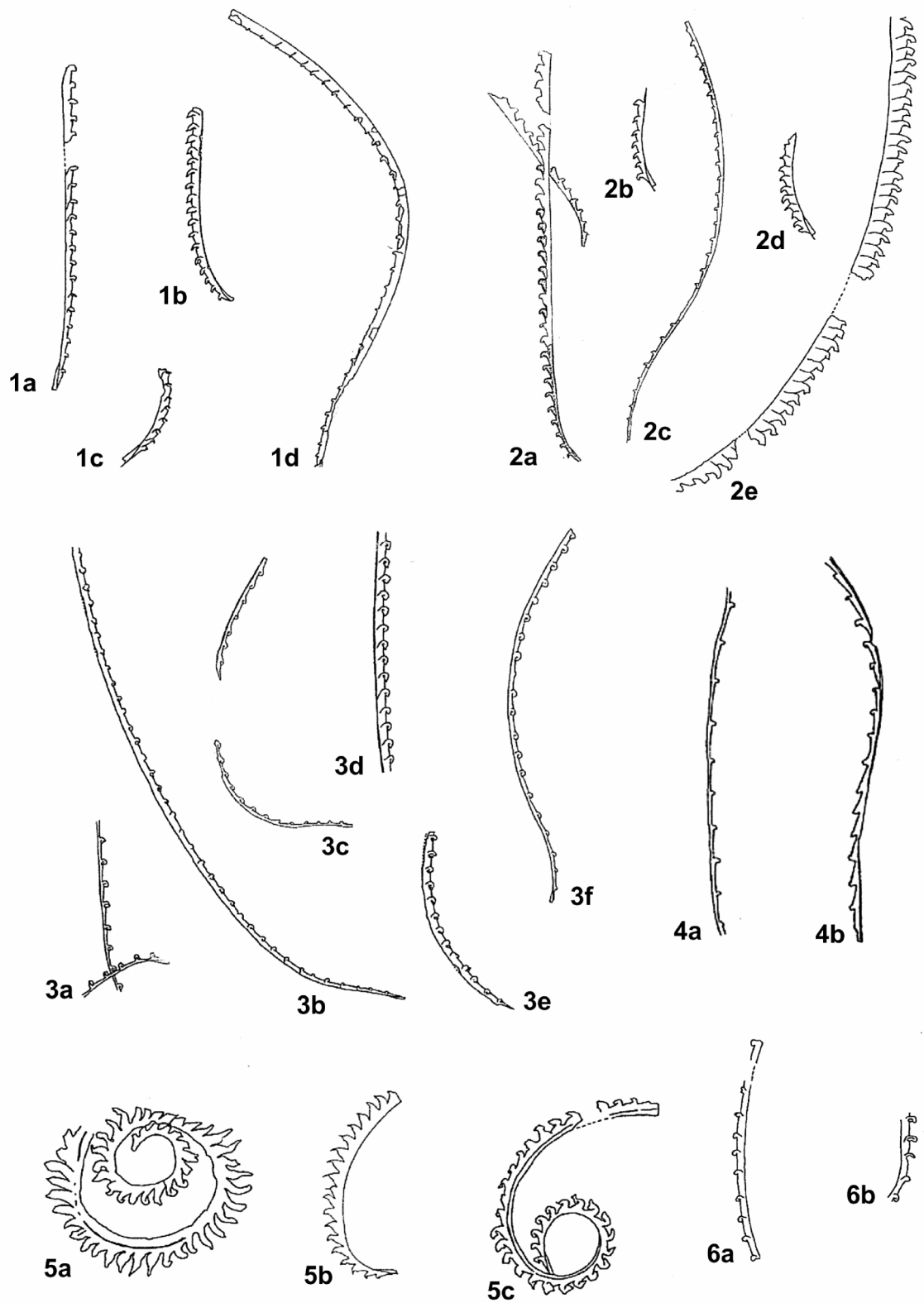
Martínez Poyatos *et al.* (2004a) realizan una breve síntesis de la sucesión paleozoica post cámbrica en el Dominio del Complejo Esquisto-grauváquico (Zona Centroibérica). El Silúrico se inicia dentro de la Cuarcita del Criadero, sucedida por 5-30 m de ampelitas con graptolitos (Llandovery-Wenlock inferior) y por una alternancia potente (varios cientos de metros) de pizarras y areniscas (Alternancias de La Corchada: Wenlock a Prídoli). El límite Silúrico-Devónico lo sitúan dentro de la Cuarcita de Doradillo, en cuyo techo existen fósiles del Lochkoviense. Los autores resaltan que los materiales silúricos al sur de la alineación magmática Albuquerque-Pedroches (Unidad alóctona meridional), poseen caracteres mixtos con los de la Zona de Ossa-Morena, relativos a fósiles y facies sedimentarias San José *et al.* (2004) presentan nuevos argumentos para la diferenciación de la Zona Lusitano-Mariánica, comprendida entre el batolito de Los Pedroches y la falla de Malcocinado, cuya definición fue anticipada por Herranz *et al.* (1999a, 1999b). Los materiales silúricos afloran discontinuamente en el Dominio Mérida-Montoro (entre Los Pedroches y la falla de Hornachos), y con reservas en el Dominio de Badajoz-Córdoba (entre las fallas de Hornachos y Malcocinado), compartiendo la paraconformidad basal con la Zona Centroibérica en relación con los depósitos ordovícicos. Según los autores el Silúrico pudo extenderse sobre el substrato precámbrico del “eje Badajoz-Córdoba”, superándolo, de una forma continua o, tal vez, discontinuamente. Los materiales del Devónico Inferior conservados en el Dominio Mérida-Montoro, difieren radicalmente de las sucesiones de tipo Ossa Morena, y también muestran variaciones locales de facies con respecto a las típicas de la región surcentroibérica.

En el año 2005 se publican dos nuevas hojas MAGNA que comprenden los afloramientos paleozoicos más occidentales del flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches, así como del sinclinal de Guadalmez. Lorenzo *et al.* (2005a, 2005b) inician la sucesión silúrica algo por encima de la base de la Cuarcita de Criadero (60-100 m), que atribuyen al Llandovery. Por encima se sitúan las pizarras ampelíticas negras del Llandovery superior (15 a 40 m), sucedidas por 50 - 75 m de pizarras grises y micáceas del Wenlock. Estas dos unidades pueden intercalar tobas básicas de aspecto masivo (“Alternancia Vulcano-sedimentaria”) y diatremas con rocas de carácter ácido. Sobre el

**Fig. 17.** Graptolitos de los géneros *Euroclimacis* (1a-1d), *Stimulograptus* (2a-2e), *Streptograptus* (3a-3f), *Diversograptus* (4a-4b), *Oktavites* (5a-5c) y *Mediograptus* (6a-6b); ilustraciones reproducidas de Štorch (1998b: Text-fig. 3, Figs. 5, 11, 14; Text-fig. 4, Figs. 4, 10, 14) y Loydell *et al.* (2009: Figs. 4d, 4f, 4j, 4k, 4l, 4o, 4s, 4z, 4aa; 5a, 5f, 5j; 6a, 6f, 6m). Todos del Telychiense y Sheinwoodiense de Corral de Calatrava, a excepción de los ejemplares de las figs. 2a, 2c, 3c, 3f y 5b, de la sección de Checa (Guadalajara).

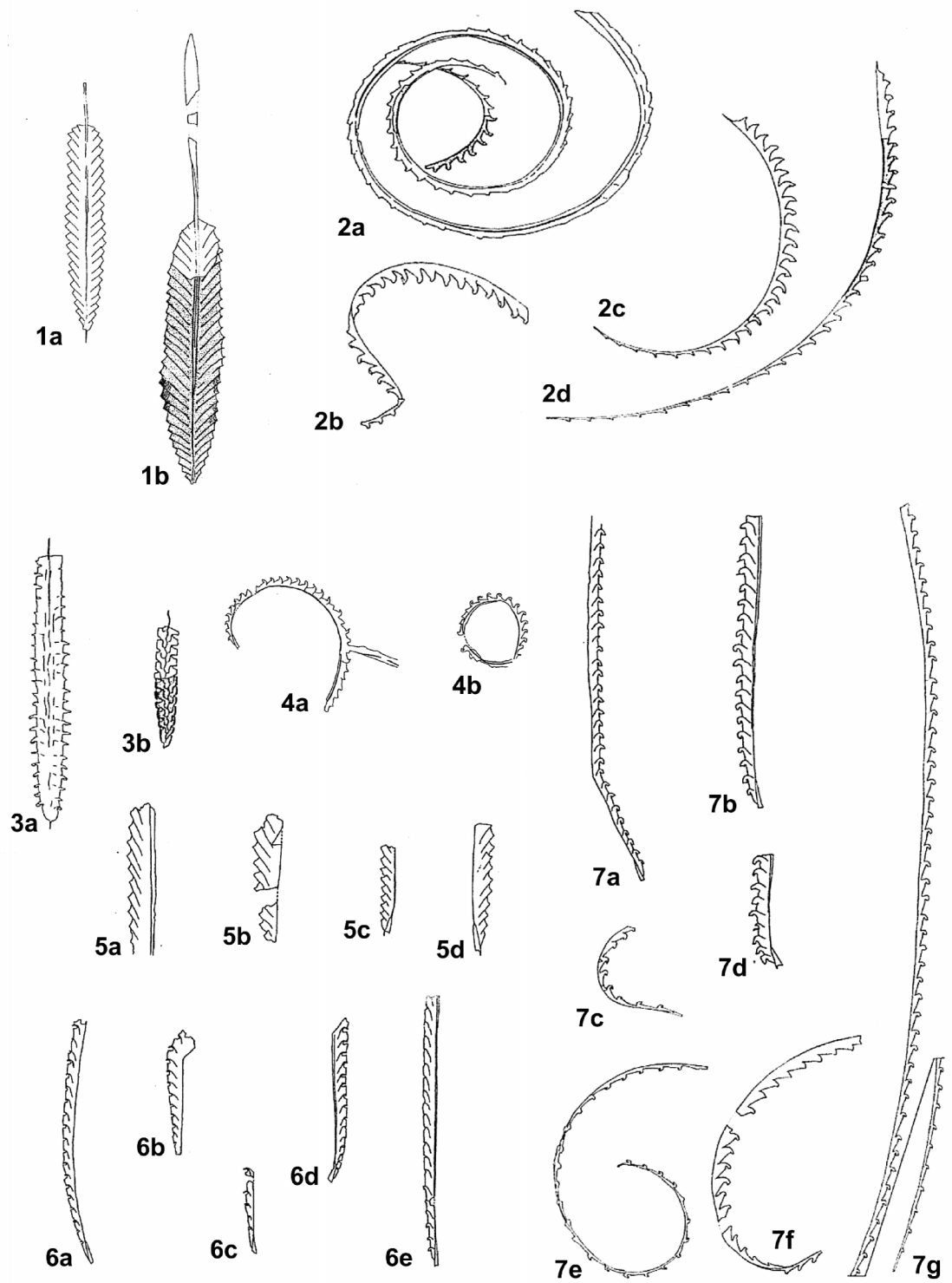
- 1a, *Euroclimacis jabalonensis*. Parte superior de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi*. x 2,67.
- 1b, *Euroclimacis hamata*. Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*. x 2,67.
- 1c, *Euroclimacis adunca*. Biozona de *Cyrtograptus murchisoni*. x 2,67.
- 1d, *Euroclimacis iberica*. Parte superior de la Biozona de *Oktavites spiralis*. x 2,67.
- 2b, *Stimulograptus pradoi*. Parte inferior de la Biozona de *Oktavites spiralis*. x 2,46.
- 2d, *Stimulograptus vesiculosus*. Parte media de la Biozona de *Oktavites spiralis*. x 2,46.
- 2e, *Stimulograptus novaki*. Parte superior de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi*. x 2,46.
- 3a, *Streptograptus wimani*. Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*. x 2,86.
- 3b, *Streptograptus anginus*. Parte media de la Biozona de *Oktavites spiralis*. x 2,86.
- 3d, *Streptograptus speciosus*. Parte superior de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi*. x 2,86.
- 3e, *Streptograptus nodifer*. Parte media de la Biozona de *Oktavites spiralis*. x 2,86.
- 4a, *Diversograptus? pergracilis*. Parte superior de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi*. x 3,95.
- 4b, *Diversograptus ramosus*. Parte superior de la Biozona de *Oktavites spiralis*. x 3,95.
- 5a, *Oktavites spiralis*. Parte superior de la Biozona de *Oktavites spiralis*. x 3,15.
- 5c, *Oktavites excentricus*. Parte media de la Biozona de *Oktavites spiralis*. x 3,15.
- 6a, *Mediograptus cautleyensis*. Biozona de *Cyrtograptus murchisoni*. x 4,1.
- 6b, *Mediograptus inconspicuus*. Biozona de *Cyrtograptus murchisoni*. x 4,1.





**Fig. 18.** Graptolitos de los géneros *Parapetalolithus* (1a-1b), *Torquigraptus* (2a-2d), *Metaclimacograptus* (3a-3b), *Cyrtograptus* (4a-4b), *Pristiograptus* (5a-5d), *Monoclimacis* (6a-6e) y *Monograptus* (7a-7g); ilustraciones reproducidas de Štorch (1998b: Text-fig. 3, Figs. 2, 3, 8, 9; Text-fig. 4, Figs. 5, 7, 9, 11; Text-fig. 5, Figs. 2, 4, 10, 11) y Loydell *et al.* (2009: Figs. 4r, 4t, 4v, 4w, 4x; 5c; 6d, 6c, 6h, 6i, 6j, 6l, 6n). Todos del Telychiense y Sheinwoodiense de Corral de Calatrava, a excepción de los ejemplares de las figs. 1a, 1b, 2a, 2b, 2c, 2d, 3a, 3b, 7c, 7e, 7f y 7g, de la sección de Checa (Guadalajara).

- 4a, *Cyrtograptus lapworthi*. Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*. x 1,82.
- 4b, *Cyrtograptus?* sp. nov. aff. *insectus*. Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*. x 1,82.
- 5a, *Pristiograptus largus*. Parte inferior de la Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*. x 2,5.
- 5b, *Pristiograptus latus*. Biozona de *Monograptus riccartonensis*. x 2,5.
- 5c, *Pristiograptus praedubius*. Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*. x 2,5.
- 5d, *Pristiograptus dubius*. Biozona de *Monograptus riccartonensis*. x 2,5.
- 6a, *Monoclimacis flexa*. Parte inferior de la Biozona de *Oktavites spiralis*. x 2,5.
- 6b, *Monoclimacis basilica*. Biozona de *Cyrtograptus murchisoni*. x 2,5.
- 6c, *Monoclimacis vikensis*. Biozona de *Cyrtograptus murchisoni*. x 2,5.
- 6d, *Monoclimacis vomerina*. Parte superior de la Biozona de *Oktavites spiralis*. x 2,5.
- 6e, *Monoclimacis subgeinitzi*. Parte superior de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi*. x 2,5.
- 7a, *Monograptus parapriodon*. Parte superior de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi*. x 2,77.
- 7b, *Monograptus priodon*. Parte superior de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi*. x 2,77.
- 7d, *Monograptus riccartonensis*. Biozona de *Monograptus riccartonensis*. x 2,77.



conjunto anterior existen lentejones de cuarcitas ferruginosas (hasta 35 m) y una alternancia monótona de areniscas y pizarras (“Alternancia Malva”), igualmente con intercalaciones volcánicas, a las que correlacionan con el Grupo Cerro Escudero. Cerca del techo de esta última alternancia podría localizarse el límite Silúrico-Devónico. Los hallazgos paleontológicos en el Silúrico de Cabeza del Buey se limitan a una localidad al oeste de Helechal (Informe paleontológico; Gutiérrez-Marco, 1995a), con nódulos con ortocerátidos y graptolitos (*Monograptus* cf. *parapriodon* Bouček). Las pizarras ampelíticas que afloran en la hoja de Chillón comprenden numerosas localidades fosilíferas con graptolitos, braquiópodos, moluscos, cornulítidos y artrópodos pelágicos (Informe paleontológico; Gutiérrez-Marco, 1995b). Las asociaciones del Llandovery debutan con Biozona de *R. linnaei*, representada por las sub-biozonas de *P. palmeus* y *P. hispanicus*. La primera se caracteriza por *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch y Melchin, *Petalograptus palmeus* Barrande, *P.* cf. *elongatus* Bouček y Přibyl, *Metaclimacograptus* sp.1, *Stimulograptus halli* (Barrande), *Monograptus marri* Perner y *Pristiograptus variabilis* (Perner); en tanto que la segunda contiene *Petalograptus hispanicus* Haberfelner, *Pristiograptus bjerringus* (Bjerreskov), *Pristiograptus variabilis* (Perner), *Torquigraptus planus* (Barrande) y *Metaclimacograptus* sp.1. Las siguientes asociaciones del Telychiense permiten identificar el intervalo de las Biozonas de *R. linnaei* y *O. spiralis*, gracias al registro sucesivo de *Torquigraptus* cf. *tullbergi* (Bouček), *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol) y *Oktavites spiralis* (Geinitz), acompañados en los niveles inferiores por algunos diplográptidos como *Paraclimacograptus innotatus brasiliensis* (Ruedemann), *Petalograptus giganteus* Bouček y Přibyl, o bien por *Torquigraptus* cf. *contortus* (Perner). En las biozonas superiores son comunes los retiolítidos (*Retiolites geinitzianus angustidens* Elles y Wood), así como *Monograptus parapriodon* (Bouček) y *M. priodon* (Bronn). Los graptolitos registrados en las pizarras grises posteriores a las ampelitas son formas del Wenlock (Sheinwoodiense a Homeriense basal) entre los que citan una asociación de la Biozona de *C. lundgreni* caracterizada por *Cyrtograptus lundgreni* Törnquist, *Monograptus flemingii* (Salter), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani) y *Pristiograptus* sp.

Kříž (2005) describe los bivalvos telychienses encontrados en dos localidades ibéricas, una de ellas situada en el sinclinal de Guadalmez, al noreste de la estación de Belalcázar (Badajoz). El material se conserva en nódulos incluidos en pizarras negras de la Biozona de *O. spiralis*, donde se caracterizó un nuevo género (*Copenychia*) y tres nuevas especies de cardioloideos y modiomorfoideos (*Copenychia franta*, *Stolidotus marco*, *Dceruska hispanica*). Estos taxones tipifican la Comunidad *Dceruska-Copenychia-Stolidotus*, que incluye las formas nominales junto a *Slava* sp. y *Lunulacardiidae*. El predominio de especies reclinadas y epibisadas, junto con la ausencia de formas infaunales, caracterizan un fondo blando y con oxígeno, al menos en la interfase agua-sedimento o ligeramente por encima, pero con condiciones anóxicas dentro del sedimento. Desde el punto de vista energético, esta comunidad viviría por debajo del nivel de base del oleaje pero con influencia de débiles corrientes ocasionales. La ausencia de otros grupos de organismos bentónicos, como braquiópodos, trilobites, crinoideos o gasterópodos, la explica el autor por las condiciones restringidas, pobres en oxígeno, pero de salinidad normal en la columna de agua, indicada por la abundante presencia de cefalópodos ortocónicos.

Entre 2005 y 2008 se completa la cartografía MAGNA de la Sierra de San Pedro y su prolongación suroriental hacia el eje de Los Pedroches. López Sopeña *et al.* (2003, 2008) inscriben el sector en la Unidad de Arroyo Fresneda, en continuidad con el flanco septentrional de la Sierra de San Pedro. La sucesión silúrica no se halla bien diferenciada en la hoja de Mirandilla, donde deducen su presencia por debajo de materiales correlacionables con unidades devónicas. En cambio, en la hoja adyacente (Miajadas), López Sopeña *et al.* (2005) distinguen en orden ascendente una unidad de pizarras grises que atribuyen al Ordovícico superior-Silúrico; unas cuarcitas blancas masivas del Llandoveryense; pizarras grises y negras (300 - 350 m); y pizarras arenosas con intercalaciones de cuarcitas (aprox. 300 m). Las dos últimas unidades las consideran del Silúrico medio-superior, por su infrayacencia a una cuarcita que correlacionan con la “cuarcita de Base” de Almadén, o con la “Unidad Calera” del sinclinorio de La Codosera. Las nuevas hojas MAGNA de Puebla de Obando (Monteserín López *et al.*, 2007) y Alcuescar (Monteserín López *et al.*, 2008a) cartografían con gran detalle el sector centro-meridional de la Sierra de San Pedro. La sucesión silúrica se inicia con las Cuarcitas del Jabonero (15-90 m), atribuidas al Llandovery; aunque de acuerdo con la leyenda del mapa, el límite Ordovícico-Silúrico podría debutar en las pizarras oscuras infrayacentes. Le siguen unos 300 m de pizarras negras, asignadas al “Silúrico superior, Wenlock-Ludlow” por los graptolitos encontrados fuera de las hojas, pues como cita original solo se menciona el hallazgo de *Monograptus sp.* en un nódulo procedente del km 27,8 de la CN-523, de Cáceres a Badajoz (Monteserín López *et al.*, 2007). Finalmente, el límite Silúrico-Devónico se situaría tentativamente en las alternancias de areniscas ferruginosas y pizarras, cuya parte media a superior contiene asociaciones de invertebrados del Devónico inferior. Como afloramientos desconectados de la Sierra de San Pedro, pero en continuidad cartográfica evidente, se sitúan los posibles silúricos metamórficos del sureste de la sierra de Magacela (García Hidalgo *et al.*, 2008) y la Unidad de la Sierra de la Lapa (Carvajal Menéndez *et al.*, 2008). En ambos casos los materiales asignados al Silúrico son esencialmente pizarrosos (200 a 300 m) y se reúnen en una unidad estratigráfica compresiva, bien con las areniscas fosilíferas del Devónico inferior, o bien con los materiales del Ordovícico Superior, respectivamente.

Pardo Alonso y Valenzuela-Ríos (2006) publican el avance del estudio detallado de un sector del flanco norte del anticlinal de Peraleda, en la región centro-oriental del Dominio Obejo-Valsequillo, dentro de una unidad cartografiada como Silúrico superior-Devónico por Contreras Vázquez *et al.* (2004). Además de situar el afloramiento en un contexto tectónico mucho más complejo, los autores subdividen la sucesión en cinco unidades con rango de formación, que abarcarían desde el tránsito Silúrico-Devónico hasta el Fameníense o Carbonífero. La unidad inferior está compuesta por unos 70 m de lutitas grises y algunas areniscas con intercalaciones métricas de calizas bioclásticas hacia la parte media y alta, culminando con 10 m de pelitas verdosas con intercalaciones de limolitas. En las calizas se han encontrado trilobites homalonótidos y pequeños braquiópodos (*Ancillotoechia?*) de edad Prídoli- Lochkoviense, y por encima de estos niveles, otros del Lochkoviense-Praguense.

von Raumer *et al.* (2006) reconstruyeron la subsidencia tectónica para el Paleozoico inferior en diversas cuencas del Macizo Hespérico, aportando una columna esquemática para el área de Almadén. Relacionan el incremento de la actividad volcánica básica durante el Silúrico con una tendencia general de rifting para la Zona Centroibérica, que sería la menos subsidente de todo el Paleozoico ibérico.

En 2008 se completa la cartografía MAGNA del extremo oriental del sinclinal de Guadarranque. La sucesión silúrica comprende, según Monteserín López *et al.* (2008b, 2008c), una unidad inferior de cuarcitas claras (20-60 m: Llandovery), y otra de pizarras negras ampelíticas con intercalaciones esporádicas de areniscas (200 m: Llandovery superior). La primera se interpreta como depósitos de plataforma marina somera, con “megaripples” de arena de crestas rectas y curvas, y la segunda como sedimentos de plataforma externa o abierta con fondo anóxico. La unidad inferior de cuarcitas equivaldría, en opinión de estos autores, a las Cuarcitas del Criadero, pudiendo extenderse regionalmente “sobre el tramo inferior de las Pizarras y Pelitas con Fragmentos”. Dicha interpretación es confusa, ya que en el resto del sinclinal de Guadarranque la unidad cuarcítica más prominente bajo las pizarras silúricas, es la Cuarcita de Las Majuelas, datada como Ordovícico terminal por otros autores, a los que no se alude en las memorias de la cartografía.

Insúa Márquez *et al.* (2008) realizan la cartografía MAGNA de Fuencaliente (Ciudad Real), incluyendo los afloramientos silúricos del flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches. De acuerdo con la memoria acompañante, la sucesión de este periodo comienza en la parte superior de los Esquistos Chavera y prosigue en la Fm. Cuarcita del Criadero (30 m), que atribuyen al “Llandoveryense inferior”. Sobre éstas se sitúa una unidad de pizarras negras y areniscas (200 m, “Alternancias Volcanosedimentarias”), muy recubierta, que contiene delgadas intercalaciones volcánicas y se correlaciona con la sucesión del “Llandoveryense medio al Gedinense” del sinclinal de Almadén, en ambos casos infrayacente a otra sucesión detrítica fosilífera del Devónico inferior (“Siegeniense-Emsiense”).

En 2009 se publican las hojas MAGNA más recientes concernientes al área de estudio, de la que todavía restan por publicar nueve mapas a escala 1:50.000 con afloramientos silúricos. El bloque comprende tres hojas del sector más oriental de Sierra Morena, comprendiendo el flanco meridional del sinclinal de Santa Cruz de Mudela (Matas González *et al.*, 2009a, 2009b) y el flanco septentrional del sinclinorio de Los Pedroches (Leyva Cabello *et al.*, 2009). Los autores diferencian, regionalmente, las mismas unidades para la sucesión silúrica. Por encima de la Cuarcita de Criadero (70-90 m), que consideran de edad Llandovery, sitúan una unidad de “Sapropelitas y pizarras negras ampelíticas” (Llandovery superior-Wenlock inferior) que, a su vez, reúne dos tramos. El inferior (5-15 m) lo forman sapropelitas negras con abundantes graptolitos, y el superior (60-70 m) son pizarras oscuras con microlaminaciones limosas y lutitas micáceas, en cuya base hay una capa rica en nódulos, en parte fosilíferos y de diámetros centimétricos. Los afloramientos más meridionales de este último tramo pueden contener niveles de “liditas”, que tal vez sean horizontes delgados de limolitas negras afectados por metamorfismo de contacto. La sucesión silúrica culmina con una unidad potente de “Areniscas cuarcíticas, limolitas y pizarras grises”, de aproximadamente 300 m de espesor que, en ausencia de fósiles, la atribuyen al rango Wenlock superior-Lochkoviense, y que se sitúa por debajo de la sucesión cuarcítica arenosa con restos de braquiópodos y moluscos del Praguense. El conjunto de la sucesión Silúrico-Devónico Inferior lo adscriben a un megaciclo deposicional de facies grano y estratocreciente (“SD VII”), en contexto regresivo y somerizante. Desde el punto de vista paleontológico Matas González *et al.* (2009a) señalan una sección fosilífera próxima al castillo de Montizón (al sur de Torre de Juan Abad, Jaén), en el flanco sur del sinclinal de Santa Cruz de Mudela (Informe paleontológico; Gutiérrez-Marco, 2000a), donde identificaron

la Biozonas de *Rastrites linnaei*, *Streptograptus crispus*-*Monoclimacis griestoniensis* y de *Torquigraptus tullbergi* u *Oktavites spiralis* del Telychiense; así como una probable asociación del Sheinwoodiense superior. La primera contiene *Spirograptus* cf. *guerichi*, Loydell, Štorch y Melchin; la segunda *Torquigraptus arcuatus* (Bouček), *Metaclimacograptus* sp., *Retiolites* sp. y *Parapetalotithus* sp. y la tercera división *Monograptus priodon* (Bronn) y *Stimulograptus splendens* Štorch, en pizarras con nódulos que, además, encierran restos de grandes euryptéridos, filocáridos y nautiloideos ortoconos. Por encima de los materiales del Llandovery, se cita una probable asociación del Sheinwoodiense superior, integrada por *Cyrtograptus* cf. *insectus* Bouček, *Pristiograptus* cf. *largus* (Perner) y *Monograptus priodon* (Bronn). Por su parte, Matas González *et al.* (2009b) refieren dos yacimientos de graptolitos en las proximidades del río Guadalmena, en el flanco norte del sinclinorio de Pedroches (Informe paleontológico; Gutiérrez-Marco, 2000c). El primero de ellos se sitúa en las pizarras alteradas del cortijo de Las Hazadillas, donde reconocieron una asociación de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi* del Telychiense, con *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Stimulograptus?* *splendens* Štorch y *Monoclimacis* cf. *griestoniensis* (Nicol). El segundo yacimiento se halla, en realidad, en el borde septentrional de la hoja de Beas de Segura, aguas abajo del embalse del río Guadalmena. La asociación de graptolitos corresponde en este caso al Wenlock, probablemente al Sheinwoodiense superior, con *Pristiograptus* cf. *meneghini* (Gortani), *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monoclimacis* cf. *flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus* sp. (cladia tecaes) y Retiolitidae?.

Loydell *et al.* (2009) realizaron el estudio biostratigráfico detallado del límite Llandovery-Wenlock en las pizarras graptolíticas de la sección de Corral de Calatrava (Ciudad Real), con la determinación de la extensión vertical precisa de 45 taxones de graptolitos y 14 de conodontos. El tramo estudiado representa 7,8 m de pizarras negras con raros niveles de limolitas micáceas, nódulos, capas lumaquélicas y una delgada caliza arcillosa. De base a techo se determinaron la parte superior de la Biozona de *Mcl. crenulata*, la Biozona de *O. spiralis* completa, gran parte de la Biozona de *C. lapworthi*, la Biozona de *C. munchisoni* (incompleta) y la parte baja de la Biozona de *M. riccartonensis*. Se detectaron dos pequeñas lagunas estratigráficas correspondientes al techo de la Biozona de *C. lapworthi* y las biozonas de *C. insectus* y *C. centrifugus* del Telychiense terminal, así como de la Biozona de *M. firmus* del Sheinwoodiense. Los conodontos, conservados como moldes en los planos de estratificación, no permitieron una asignación estratigráfica precisa. Además de graptolitos y conodontos, los autores citaron la presencia de restos de braquiópodos, bivalvos, euriptéridos, filocáridos, cornulítidos, trilobites, nautiloideos ortoconos y placas columnares de crinoideos, de los que no aportan identificaciones. En el apartado de paleontología sistemática se describen e ilustran (sus figs. 4-6) cuatro nuevas especies de graptolitos, tres de ellas del Telychiense (*Euroclimacis jabalonensis*, *Monoclimacis flexa* y *Stimulograptus pradoi*) y una de rango Telychiense-Sheinwoodiense (*Euroclimacis hamata*). El resto de taxones identificados, parcialmente ilustrados, es el siguiente: *Monograptus priodon* (Bronn), *M. parapriodon* Bouček, *M. riccartonensis* Lapworth, '*Monograptus*' *curvus* Manck; *Stimulograptus splendens* Štorch, *Stm. novaki* (Bouček), *Stm. vesiculosus* (Perner), *Stimulograptus?* sp.; *Oktavites spiralis* (Geinitz), *O. falx* (Suess), *O. excentricus* (Bjerreskov), *Oktavites* sp.; *Streptograptus speciosus* (Tullberg), *Strp. nodifer* (Törnquist), *Strep. anginus* (Bouček), *Strep. wimani* (Bouček); *Monoclimacis vomerina* (Nicholson), *Mcl. subgeinitzi* Fu, *Mcl. woodae?* Zalasiewicz, Loydell &

Storch, *Mcl. geinitzi* (Bouček), *Mcl. vikensis?* Bassett & Rickards, *Mcl. basilica* (Lapworth); *Euroclimacis iberica* Štorch, *E. adunca* (Bouček); *Pristiograptus praedubius* (Bouček), *P. largus* (Perner), *P. latus* (Bouček), *P. dubius* (Suess); *Mediograptus cautleyensis* (Rickards), *Med. inconspicuus* (Bouček); *Diversograptus ramosus* Manck, *D.? pergracilis* (Bouček); *Barrandeograptus bornholmensis?* (Laursen), *Barrandeograptus* sp.; *Cyrtograptus lapworthi* Tullberg, *Cyrtograptus* sp., *Cyrtograptus?* sp. nov.; *Retiolites angustidens* Elles & Wood, *R. geinitzianus* Barrande; *Stomatograptus* sp. y *Pseudoretiolites?* spp. Por último, los conodontos identificados, acompañados por una lámina fotográfica, corresponden a los taxones siguientes: *Distomodus staurogathoides* (Walliser), *Ozarkodina excavata* (Branson & Mehl), *O. broenlundii?* Aldridge, *Ozarkodina* sp., *Dapsilodus?* sp., *Aspelundia* sp., *Ozarkodina?* sp., *Pterospathodus?* sp., *Aspelundia?* sp., *Kockelella?* sp., *Oulodus?* sp., *Pterospathodus amorphognathoides* Walliser, *Kockelella ranuliformis?* (Walliser) y *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson & Mehl).

Lorenzo y Gutiérrez-Marco (2009) citan el descubrimiento del graptolito *Normalograptus scalaris* (Hisinger), en preservación tridimensional, dentro de nódulos piritosos intercalados en la parte alta de la Fm. Cuarcita del Criadero del flanco norte del sinclinal de Almadén. Los radosomas se conservan vacíos, con el peridermo replicado por óxidos de hierro y filosilicatos, revelando una posible piritización multifásica de los graptolitos y su matriz. La asociación monoespecífica indica un rango comprendido entre el Aeroniense medio y el Telychiense inferior.

Lorenzo *et al.* (2009) resaltan la importancia del Parque Minero de Almadén desde el punto de vista del patrimonio geológico del Silúrico centroibérico, aportando una relación bibliográfica de los principales descubrimientos de graptolitos en el interior de la mina, asignables a tres biozonas distintas del Telychiense (Biozonas de *Rastrites linnaei*, *Monoclimacis griestoniensis* y *Torquigraptus tullbergi*).

Menéndez y Rábano (2010) catalogan las colecciones de fósiles de Extremadura procedentes de los trabajos llevados a cabo por la Comisión del Mapa Geológico de España en la segunda mitad del siglo XIX. De la Memoria de la provincia de Cáceres, el Museo Geominero conserva algunos graptolitos originales de Egozcue y Mallada (1876), concretamente tres ejemplares identificados como *Monograpsus convolutus*, Hisinger y *Monograpsus priodon*, Barr., procedentes del yacimiento de Alía. Estos fueron revisados como *Torquigraptus tullbergi*, *Oktavites spiralis* y *Monograptus* sp. (Gutiérrez-Marco en Menéndez y Rábano, 2010). Es posible que otra parte del material de Egozcue y Mallada (1876) del mismo yacimiento, fuera revisada por Hernández Sampelayo (1960) y posteriormente perdida. De la Memoria Geológica de la provincia de Badajoz (Gonzalo y Tarín, 1879) no existen fósiles silúricos que le sean directamente asignables, pero las colecciones históricas del museo contienen ejemplares de bivalvos procedentes de Garlitos ("*Paracardium*" sp., "*Conchidium knighti*" y "*Dalila oblitera*"), así como un braquiópodo (Rhynchonellida indet.) y un graptolito (*Monograptus* sp.) de Herrera del Duque. La procedencia de este material es desconocida, pero con seguridad no pertenece al trabajo de Almela *et al.* (1962).

En la memoria acompañante al nuevo Mapa Geológico de Extremadura, Palacios *et al.* (2010) resumen las sucesiones silúricas localizadas en la parte meridional de la Zona Centroibérica. Sobre la Fm. Cuarcita del Criadero citan la unidad de "lutitas sapropélicas" (Formación Guadarranquejo), depositada en un medio marino abiero y



relativamente distal. Esta unidad pasa gradualmente a unas alternancias monótonas de limolitas negras muy micáceas, lutitas y areniscas (Formación Guadarranque o Alternancias de La Corchada) “que llegan hasta el Devónico inferior (Gediniense) en una secuencia de tipo regresivo”. Según los autores, el Silúrico del dominio Obejo-Valsequillo tiene una escasa potencia y está formado por ampelitas con graptolitos (12 m en Alange), que a veces incluyen abundantes nódulos con restos de nautiloideos, de los que señalan un yacimiento cerca de Valle de la Serena (km 16 de la carretera BA-113).

Gutiérrez-Marco *et al.* (2012) destacan en la región de Almadén, los yacimientos tipo de muchos fósiles (más de medio centenar de especies paleontológicas entre braquiópodos, trilobites, moluscos, equinodermos, graptolitos, corales e icnofósiles), a veces únicos a nivel mundial, y también el gran número de colecciones paleontológicas de Almadén depositadas en museos e instituciones de España y otros países europeos.

Gutiérrez-Marco *et al.* (2014) analizan los fósiles encontrados en cantos de caliza negra heredados en el olistotroma serpukhoviense del valle del Guadalmellato (Córdoba). Determinan tres asociaciones diferentes con macro y microfósiles. La más antigua es de edad Ludlow (probablemente Ludfordiense inferior), y consta de cefalópodos (*Michelinoceras* cf. *micelini* (Barrande) y *Parakionoceras?* sp.), graptolitos indeterminables y el bivalvo *Cardiola docens* Barrande. La segunda asociación es de edad Pridoli basal, determinado por los bivalvos *Cardiolinka bohémica* (Barrande), *Dualina* cf. *longiuscula* (Barrande) y los graptolitos *Neocolonograptus parultimus* (Jaeger) y *N. ultimus* (Perner), encontrados junto con cefalópodos (*Michelinoceras* sp.), trilobites (*Crotalocephalus?* sp.) y diversos microfósiles. A este nivel corresponden los muellerisféridos (= “mazueloides”) ilustrados por Gutiérrez-Marco *et al.* (2001: lám. 5, fig. 9). El registro micropaleontológico del mismo se amplía con el descubrimiento de posibles foraminíferos aglutinantes (*Bathysiphon?* sp.) y abundantes conodontos: *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl), *Pseudooneotodus beckmanni* (Bischoff y Sannemann), *Wurmiella excavata excavata* (Branson y Mehl), *Oulodus?* sp., “*Ozarkodina?*” sp. A y fragmentos indeterminados de elementos ramiformes. La asociación de conodontos comprende especies con un rango estratigráfico amplio que abarca el Wenlock, Ludlow y Pridoli, por lo que no añade precisiones a la edad indicada por los graptolitos y bivalvos. Los materiales silúricos más modernos contienen fósiles del Pridoli superior, con abundantes cefalópodos -*Orthocycloceras fluminese* (Meneghini) y *Michelinoceras micelini* (Barrande)-, bivalvos (*Patrocardia evolvens* Barrande, *Patrocardia* sp. y *Leptodesma* sp.) y raros ostrácodos bolbozoides. Según los autores las afinidades paleobiogeográficas de las asociaciones ordovícicas y silúricas identificadas en los cantos incluidos en el Carbonífero, revelan que el Dominio Obejo-Valsequillo probablemente no corresponde a la Zona Centroibérica o se halla muy desplazado con relación a la misma, presentando diferencias en el Silúrico en relación con la Zona de Ossa Morena.

Como colofón a esta relación de antecedentes, cabe resaltar que aún existen otras nueve hojas geológicas del proyecto MAGNA que permanecen sin publicar, y en las que se han cartografiado en detalle materiales silúricos correspondientes a la región surcentroibérica. Se trata de las hojas nº 835 (Brazatortas), 836 (Mestanza), 837 (Viso del Marqués), 838 (Santa Cruz de Mudela), 861 (Solana del Pino), 862 (Santa Elena), 863 (Aldeaquemada), 865 (Siles) y 886 (Beas de Segura). Todas ellas fueron concluidas

entre los años 1996 y 2000 y cubren parte de los sinclinales de Puertollano-Almuradiel, Santa Cruz de Mudela y Solana del Pino, así como las regiones de Sierra Morena oriental correspondientes al flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches. Para el presente trabajo hemos tenido acceso a los borradores de los mapas y de tres de las memorias (nº 835, 836 y 861), que no aportan grandes novedades cartográficas ni estratigráficas relativas a los afloramientos silúricos. También dispusimos de los informes paleontológicos de cinco de ellas (Gutiérrez-Marco, 1997a, 1997b, 1997c, 1997d, 2000d), que añaden nuevos yacimientos de graptolitos silúricos o revisan parte de los citados por autores precedentes. Otra información consultada, con algunos datos de fósiles silúricos, es la de Quintero (1965-1966), relativa a diversos sondeos de investigación minera realizados en el sinclinal de Almadén y la aportada por Coullaut *et al.* (1975, 1977) y C.G.S. (1971, 1974), toda ella derivada de informes geológico-mineros inéditos de Minas de Almadén y Arrayanes.

## 4.2 ETAPAS HISTÓRICAS EN EL CONOCIMIENTO DEL SILÚRICO DE LA REGIÓN SURCENTROIBÉRICA

El análisis de los antecedentes ha permitido fijar varias fases cronológicas en el desarrollo de los conocimientos sobre los materiales silúricos de la región estudiada.

- La primera etapa (1834 a 1855) viene dada por los trabajos pioneros realizados en la región de Almadén y el norte de Córdoba, donde se descubrieron los primeros fósiles atribuidos al “Siluriano superior”, destacándose las contribuciones de Verneuil (en Murchison, 1850; Anónimo, 1850), Prado (1855) y Verneuil y Barrande (1855).
- La segunda etapa (1875-1884) corresponde a la realización, por parte de la Comisión del Mapa Geológico de España, de los estudios provinciales de Cáceres (1875-1876), Badajoz (1879), Ciudad Real (1880) y Jaén (1884). En ellos se proponen los principales litosomas regionales para el “Siluriano superior” y sus relaciones estratigráficas y estructurales, con dataciones precisas basadas en su contenido fósil.
- La tercera etapa (1897-1956) corresponde a estudios aislados en torno a los afloramientos paleozoicos de Almadén-Guadalmaz, las Villuercas y Sierra Morena oriental. Estos fueron desarrollados tanto por autores extranjeros (Malaise, 1897; Groth, 1911; Henke, 1926; Habelferner, 1931; Ciry, 1936), como por contribuciones levemente más tardías, obra de autores nacionales (Gómez de Llarena, 1916; Hernández Sampelayo, 1926, 1942; Sáenz García, 1947; Ramírez y Ramírez, 1955; Sos Baynat, 1955; Kindelán, 1955). La realización de algunas hojas de la primera serie del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000, sólo introdujo resultados relevantes para el sinclinal de Cáceres (Kindelán *et al.*, 1949).

Las siguientes fases de conocimiento se desarrollan de forma paralela en el tiempo, llegando a interactuar y a solaparse parcialmente entre sí. No obstante, podemos distinguirlas por hitos de investigación, el desarrollo de planes nacionales, o bien por la actividad de determinadas escuelas extranjeras en España. De este modo, tenemos que:

- La cuarta etapa de conocimientos corresponde a la realización de diversas tesis doctorales por parte de los discípulos del Prof. Franz Lotze, culminadas entre 1954 y 1968, que constataron la relativa uniformidad de facies del Silúrico centroibérico y establecen los rasgos estratigráficos básicos de las unidades de tránsito al Devónico.
- La monografía de Almela *et al.* (1962) marca el inicio de una quinta etapa de trabajos, en la que los autores españoles comienzan a avanzar significativamente en el conocimiento de las sucesiones del Paleozoico inferior, principalmente en forma de estudios regionales que más tarde cristalizan en tesis doctorales como las de Santiago Ríos Aragüés, Félix Pérez Lorente, Pedro Herranz Araújo, Joan Soldevila Bartolí o Fernando Palero Fernández, entre otras.
- La sexta etapa viene marcada por el interés de las escuelas francesa universitaria de París-sur (Orsay) y el CNRS de Nancy, capitaneadas por Guy Tamain y Francis Saupé, respectivamente. Ambos autores abordan, entre 1966 y 1980, diversos trabajos bajo un prisma metalogenético y de geología regional del entorno de Almadén-Sierra Morena oriental, que fructifican en las tesis doctorales de ambos autores, así como en las numerosas tesis de Tercer Ciclo dirigidas por G. Tamain. La única actividad coetánea a cargo de autores alemanes es la de Puschmann (1967, 1970), quien realiza estudios independientes en la transversal de los sinclinales de Herrera del Duque y Guadalmez.
- La séptima etapa podemos relacionarla con la ejecución de segunda serie del proyecto MAGNA a escala 1:50.000, que cartografía sistemáticamente todos los afloramientos silúricos de la región surcentroibérica y el Dominio Obejo-Valsequillo. No obstante, la publicación de las correspondientes hojas geológicas sufre notables altibajos, con la primera de ellas aparecida en 1977, sucedida por un número notable de mapas editado entre 1982 y 1990, y otro entre 2003 y 2009. Restan 11 hojas por publicar, con los bosquejos cartográficos accesibles en su mayoría a través de la página web del Instituto Geológico y Minero de España.
- Por último, la etapa actual no es más que la continuación de las tres anteriores, pero agrega la realización de trabajos especializados de índole sedimentológica (por ejemplo Portero García y Dabrio González, 1988, Gallardo Millán *et al.*, 1994), geoquímicos (Moreno Gutiérrez *et al.*, 1987), metalogenéticos (entre otros, Saupé, 1990; Ortega Gironés y Hernández Sobrino, 1992; Jébrak y Hernández, 1995), paleontológicos (Sarmiento y Rodríguez Núñez, 1991; García Palacios y Rábano, 1996; Gutiérrez-Marco *et al.*, 1997a; Štorch, 1998b, Kříž, 2005; Loydell *et al.*, 2009; Lorenzo y Gutiérrez-Marco, 2009), así como diversas síntesis estratigráficas (por ejemplo, Gutiérrez-Marco *et al.*, 2001; Robardet y Gutiérrez-Marco, 2002; Martínez Poyatos *et al.*, 2004).



## 5 ESTRATIGRAFÍA Y YACIMIENTOS

### 5.1 INTRODUCCIÓN


En el capítulo precedente hemos dado cuenta de las distintas unidades silúricas propuestas por diferentes autores en los estudios previos desarrollados en la región surcentroibérica. A grandes rasgos, la división tradicional involucra una “cuarcita de base” o del Criadero, unas pizarras negras con graptolitos, y unas alternancias potentes de cuarcitas y pizarras, en tránsito a la sucesión devónica. Las aportaciones más recientes fueron, por un lado, establecer el límite Ordovícico-Silúrico dentro de la Fm. Cuarcita del Criadero y, por otro, diferenciar paleogeográficamente a los materiales silúricos aflorantes al sur del eje de Los Pedroches. Esta última circunstancia nos llevará a describir separadamente dos tipos básicos de sucesiones dentro de la zona estudiada.

### 5.2 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DIFERENCIADAS AL NORTE DEL EJE DE LOS PEDROCHES (ZONA CENTROIBÉRICA *sensu stricto*)

El desarrollo de los estudios estratigráficos en el Silúrico surcentroibérico se halla a un nivel muy incipiente, debido a la ausencia generalizada de afloramientos completos y continuos, en sucesiones poco variadas litológicamente, donde son ciertamente raros los fósiles que permiten un control biostratigráfico efectivo. A estos factores se suman las complicaciones tectónicas habituales, así como importantes intercalaciones volcánicas que obliteran localmente gran parte de la sucesión.

Desde un punto de vista estratigráfico formal, hasta la fecha no se ha propuesto subdividir la sucesión propiamente silúrica de esta región en unidades litoestratigráficas conforme a las recomendaciones estipuladas por la Guía Estratigráfica Internacional (Salvador (Ed.), 1994; Reguant y Ortiz (Eds.), 2001). El problema reside en que los principales litosomas regionales, mencionados en la introducción, se reconocen tan sólo a grandes rasgos, pues a la escala de detalle su registro estratigráfico aparece muy menguado y restringido a unos pocos sinclinales variscos, donde presentan variaciones difíciles de integrar y correlacionar para el conjunto de la región. Así pues, conviene dejar claro que en la zona estudiada se conservan únicamente retazos de una sucesión silúrica muy extensiva, pero difícil de deslindar por su relativa homogeneidad. No obstante, y al aplicar criterios cronoestratigráficos, se advierte la diacronía de ciertas facies que marcan una tendencia general de profundización en la plataforma en los sentidos norte y noreste actual.

La nomenclatura litoestratigráfica operativa en la región varía desde definir unidades para sinclinales concretos (por ejemplo, las formaciones Guadarranquejo o Valdelasmanos, Fig. 19), a extender una misma denominación informal para toda la región (por ejemplo, las “pizarras negras con graptolitos”), o sólo para ciertas partes de ella (por ejemplo, la “cuarcita del Criadero” para el sector centro-meridional surcentroibérico).

	Guadarranque	Herrera del Duque	Almadén-Guadalmaz	Sierra Morena oriental	Sierra de San Pedro
	Rodríguez Núñez (1989) Rodríguez Núñez <i>et al.</i> (1989)	Pieren Pidal (1985) Pardo Alonso y García-Alcalde (1996) Pardo Alonso (1997)	Almela <i>et al.</i> (1962) Pardo Alonso y García-Alcalde (1996) Pardo Alonso (1997)	Henke (1926) Butenweg (1968, 2008)	Soldevila Bartoll (1992b)
DEVÓNICO INFERIOR		Pizarras de Valdenmedio Cuarcita Doradillo	Alternancias Argilítico-arenosas Cuarcita de Las Cuevas	Capas de San Pablo Cuarcita basal	
SILÚRICO	Pridoli Ludlow Wenlock	Areniscas de Cerro Herrumbre Areniscas de Las Cabezuelas Fm. Guadarranque	Alternancias Argilítico-arenosas Alternancias Volcano-sedimentarias	Capas de San Pablo	Pizarras de Valdelasmanos
Llandovery	Fm. Guadarranquejo	Pizarras negras graptolíticas	Pizarras negras graptolíticas Cuarcita del Criadero	Pizarras negras graptolíticas Cuarcita del Castellar	Cuarcita del Jabonero
ORDOVÍCIO SUPERIOR	Fm. Gualija	Pelitas con fragmentos	Pizarras de Muro	Pizarras Chavera	Pizarras de Valdesauce

**Fig. 19.** Correlación entre los principales términos litoestratigráficos utilizados por diferentes autores en las distintas estructuras variscas de la región surcetroibérica, al norte del eje de Los Pedroches.

Debido a la complejidad del tema y a la ausencia de cortes de referencia que permitan conocer el desarrollo estratigráfico completo (lateral y vertical) de las unidades implicadas, en el presente trabajo adoptamos las dos únicas unidades litoestratigráficas formales propuestas hasta el momento, completando la sucesión con varias unidades informales que se reemplazan lateralmente, de las que se establece su rango de aplicación y la correlación con la nomenclatura precedente (local y regional).

### 5.2.1 Formación Cuarcita del Criadero y equivalentes (“formaciones” Castellar y Jabonero)

**Nombre:** Esta unidad fue primeramente reconocida en la mina de mercurio de Almadén (Ciudad Real), donde constituye el encajante de la mineralización de cinabrio, por cuya razón se la denominó Cuarcita del Criadero (Almela, 1959; Almela *et al.*, 1962). La descripción formal de la unidad se debe a Gallardo Millán *et al.* (1994).

**Sinónimos:** En el sector meridional de la zona Centroibérica, la Fm. Cuarcita del Criadero ha recibido numerosos nombres en función de las distintas megaestructuras donde aparece. Sus afloramientos típicos corresponden a un amplio sector que se extiende entre la sierra de San Pedro (Cáceres), al oeste, y el Campo de Calatrava (Ciudad Real), al este, así como en la parte central y oriental de Sierra Morena. En el sinclinal de Almadén, donde se definió por primera vez, la Fm. Cuarcita del Criadero fue mencionada como tal por Almela (1959), Almela y Febrel (1960), Almela *et al.* (1962), Saupé (1971a, 1971b, 1973, 1990), IGME (1971d, 1982a), Lauret (1974), Lozac’h y Vidal (1976), Blachère (1978), Soldevila (1983), Ortega y Hernández (1992), Gallardo Millán *et al.* (1994), Villas *et al.* (1999) y Kříž *et al.* (2003), entre otros. En El Centenillo (Jaén) y Sierra Morena oriental, la Fm. Cuarcita del Criadero ha recibido localmente el nombre de “Cuarcita de(l) Castellar” (Henke, 1926; Ríos Aragüés, 1977, 1978; Gutiérrez-Marco y Pineda, 1988); “Cuarcitas Superiores” (Tamain, 1964, 1967,

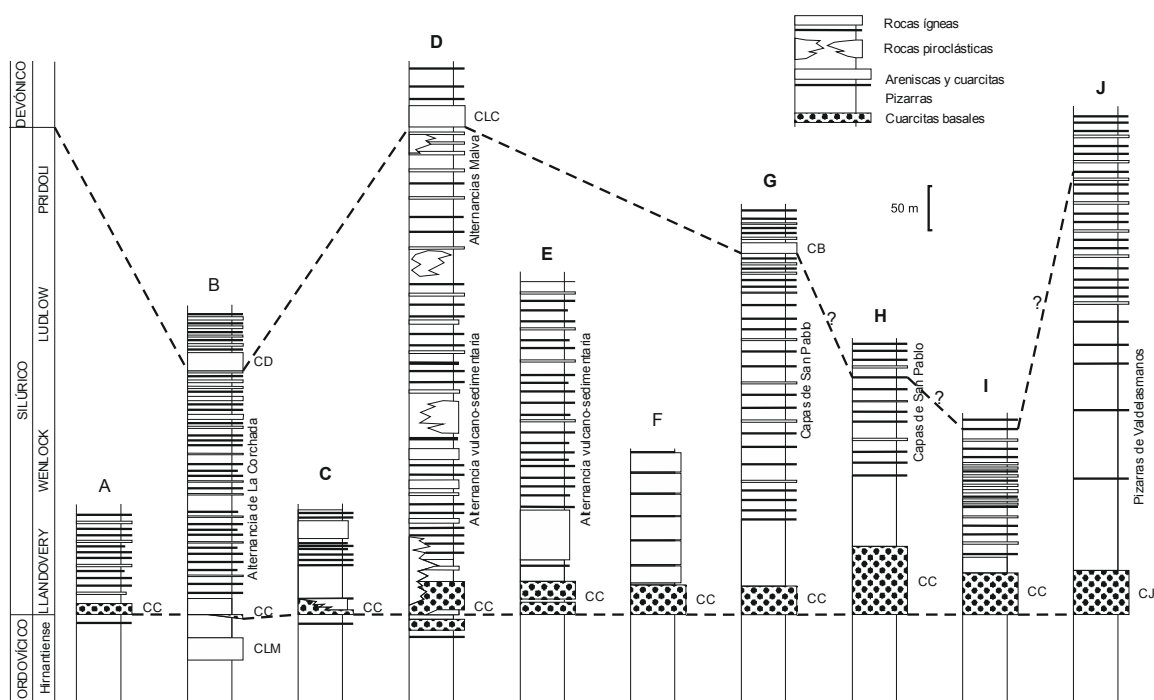
1971, 1972; Péran, 1971; Poupon, 1971; Charpentier, 1976) o “Cuarcita del Llandovery” (Richter, 1967; Butenweg, 1968; Kettel, 1968). En el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches se la ha denominado como “Banco Cuarcítico” (Redlin, 1955), “Cuarcita Valentiense” (Puschmann, 1967); Cuarcitas de(l) Criadero (IGME, 1982c; INGEMISA, 1981; Palero, 1991, 1992); “Tramo basal cuarcítico” o Cuarcitas de Torrealver (Alía Medina *et al.*, 1971) y “Cuarcitas Superiores” (Prost-Dame, 1980). En el sinclinal de la Sierra de San Pedro, la Fm. Cuarcita del Criadero equivale a la “Cuarcita del Llandovery” (Bochmann, 1956; Kelch, 1957; Walter, 1969), “cuarcita blanca” (Gonzalo, 1989), “Cuarcita basal” (López Díaz, 1991) y “Cuarcitas del Jabonero” (Soldevila, 1992b). En el sinclinal de Cáceres la unidad fue denominada como “Cuarcita del Llandovery” (Boschmann, 1956) o “cuarcitas algo ferruginosas” (Corretgé *et al.*, 1982). En el sinclinal de Monfragüe se la cita como “Cuarcita del Llandovery” (Schmidt, 1957; Gumiel *et al.*, 2002, 2010). En el sinclinal de Corral de Calatrava se la ha mencionado indistintamente como “Cuarcita de Castellar” (Kappes, 1991) o como Cuarcita de Criadero (García Palacios *et al.*, 1996a).

En el sinclinal de Guadarranque, la Fm. Cuarcita del Criadero fue confundida por algunos autores con la “Cuarcita de Las Majuelas” (Gil Cid *et al.*, 1976), que en realidad se intercala entre las diamictitas glaciomarinadas del Hirnantense (Robardet *et al.*, 1980, 1981). No obstante, la auténtica Fm. Cuarcita del Criadero puede existir localmente por encima de la unidad anterior o Formación Gualija, si bien con escaso espesor (Rodríguez Núñez *et al.*, 1989; García Palacios *et al.*, 1996a).

**Estratotipo:** Aunque la unidad toma su nombre del metalotecto cinabrífero de la mina de Almadén (Almela, 1959; Almela *et al.*, 1962) y fue estudiada monográficamente por algunos autores (Saupé, 1971a), su definición formal como formación se pospuso hasta el trabajo de Gallardo Millán *et al.* (1994, fig. 2). Estos autores sitúan su estratotipo en la galería de levante de la planta 9ª en el sector Rama Mina de la mina de Almadén (Ciudad Real), donde alcanza una potencia de 46,5 m. Un paraestratotipo accesible, dentro de la misma mina, se localiza en su planta primera, acondicionada para la visita por el Parque Minero de Almadén.

**Límites:** El límite inferior es bastante neto o, como mucho, se observa una rápida transición, en unos pocos metros, entre las pizarras y limolitas del Hirnantense (Ordovícico Superior: pizarras Chavera, Muro o Castellar) y los primeros bancos gruesos de cuarcita. En este segundo caso, en las pizarras de la unidad infrayacente se van intercalando niveles delgados de areniscas y cuarcitas que aumentan rápidamente en espesor y potencia hacia techo (sinclinal de Guadalmez, sucesión del puente del río Zújar, camino de Capilla, Badajoz: Lorenzo *et al.*, 2005a, 2005b; flanco sur del sinclinal de Santa Cruz de Mudela: Matas González *et al.*, 2009a, 2009b).

El límite superior de la Cuarcita del Criadero, cuando no existe tectonización del contacto (un hecho relativamente frecuente), es de carácter gradual, y se manifiesta por la aparición de delgadas intercalaciones de pizarras negras que pasan enseguida a ser la litología dominante, sino la única. La parte superior de la unidad está formada por bancos de cuarcitas oscuras a negras, de espesores decimétricos a métricos, que a techo culminan en delgados niveles de areniscas con concentraciones de piritita y moldes de graptolitos.



**Fig. 20.** Esquema de correlación entre las distintas secciones silúricas de la región surcentroibérica con hincapié en la nomenclatura de las unidades cuarcíticas y alternancias superiores reconocidas en distintos ámbitos. La posición del límite Ordovícico-Silúrico se ha situado, a falta de datos paleontológicos, en la base de la Cuarcita de Criadero, excepto en el sinclinal de Almadén (ver *Edad y contenido paleontológico*, p. 93).

- A. Cañaveral-Monfragüe.
- B. Guadarranque-Herrera del Duque.
- C. Corral de Calatrava.
- D. Almadén-Guadalmaz.
- E. Valdezogues-Puertollano.
- F. Solana del Pino-Puertollano este.
- G. Sierra Morena oriental.
- H. Santa Cruz de Mudela.
- I. Cáceres.
- J. Sierra de San Pedro.

Unidades cuarcíticas diferenciadas:  
 CLM, Cuarcita de Las Majuelas.  
 CC, Cuarcita del Criadero.  
 CJ, Cuarcita del Jabonero.  
 CD, Cuarcita Doradillo.  
 CLC, Cuarcita de Las Cuevas.  
 CB, Cuarcita Basal.

**Litología:** La Fm. Cuarcita del Criadero está compuesta por areniscas y cuarcitas de colores variables, predominando las de colores claros en la parte inferior y media, y las de colores oscuros a casi negros en la parte superior. Se disponen en capas decimétricas a métricas con delgadas intercalaciones limolíticas y pizarrosas, centimétricas a decimétricas, sobre todo en la parte inferior del tramo medio y en la parte más alta del superior. El espesor de la unidad varía regionalmente entre 0 y 60-70 m, con una potencia media en torno a los 45-50 m.



**Observaciones:** Las facies de la Fm. Cuarcita del Criadero son, junto con las de la Cuarcita Armoricana, dos de los elementos más distintivos de las sucesiones paleozoicas del suroeste de Europa, por encontrarse en una posición estratigráfica casi siempre equivalente y generar relieves bastante ubicuos. La vieja polémica de la adscripción de la Fm. Cuarcita del Criadero a la sucesión ordovícica o a la silúrica se zanjó recientemente con el hallazgo, en su seno, de la Fauna de *Hirnantia* (en la parte inferior) y de graptolitos del Llandovery (cerca de su techo): García Palacios *et al.* (1996), Villas *et al.* (1999). Con anterioridad a ello, la base del Silúrico se había situado tanto en la unidad inferior a la Fm. Cuarcita del Criadero (pizarras del Castellar: Hafenrichter, 1980) como a techo de ésta, habiéndose interpretado en este caso como una superficie de erosión glacial (Arbey & Tamain, 1971), pronto descartada por autores posteriores.

La Formación Cuarcita del Criadero fue subdividida por Saupé (1971a) en tres miembros que, de muro a techo, son: la “Cuarcita Inferior” (10-15 m), en cuya parte alta se localiza el banco mineralizado de San Pedro; las “Pizarras Intermedias” (8-10 m) y la “Cuarcita Superior” (30-40 m), en cuyo tercio superior se localizan las mineralizaciones de San Francisco y San Nicolás, separadas por un nivel de pizarras oscuras. Esta subdivisión ha resultado muy útil en las tareas de explotación de la mina de Almadén. Sin embargo, en la definición formal de la unidad, Gallardo Millán *et al.* (1994) optan por proponer cuatro miembros para la formación, que permitirían correlacionar el interior de la mina con diversos perfiles localizados en el flanco meridional del sinclinal de Almadén. Los dos miembros basales coinciden, respectivamente, con las “Cuarcitas Inferiores” y las “Pizarras Intermedias” de Saupé (1971a), en tanto que la “Cuarcita Superior” de este autor resultaría divisible en unas “Cuarcitas Intermedias” (25 m) y unas “Cuarcitas Superiores” (9-12 m), las últimas con los dos bancos mineralizados. Sin embargo, la posibilidad de reconocer estos tres o cuatro miembros a nivel regional es francamente limitada, e incluso no son extrapolables al propio flanco norte del sinclinal de Almadén, por lo que en el presente trabajo no hemos adoptado ningún criterio de diferenciación en miembros.

**Edad y contenido paleontológico:** El registro fósil de la Cuarcita de Criadero es muy escaso. Almela *et al.* (1962) atribuyen a Prado (1855) el hallazgo de “cuarcitas de bilobites”, que comparan con la unidad, si bien el autor original refiere este icnofósil a la *piedra frailesca*, y Kuss (1878) lo supone derivado de la Cuarcita de Canteras. La primera cita paleontológica incuestionable en la formación son los graptolitos del Llandovery identificados por Gutiérrez-Marco y Pineda (1988) cerca del techo de la misma, en un sondeo realizado en la mina de El Centenillo (Jaén).

Los fósiles más antiguos contenidos en la unidad son de edad Hirnantense y aparecen restringidos a un horizonte único en el flanco norte del sinclinal de Almadén (Lorenzo *et al.*, 1997; Villas *et al.*, 1999). Se trata de una lumaquela de braquiópodos integrada por *Hirnantia sagittifera* (M'Coy) y *Plectothyrella crassicosta chauveli* Havlíček, que caracterizan una Fauna de Hirnantia de afinidades norteafricanas (Villas *et al.*, 1999).

El resto de los fósiles registrados en la Fm. Cuarcita del Criadero se halla acantonado en la parte más alta de la formación, entre 1,2 m por debajo del techo de la unidad y el mismo techo. Se trata de formas biserials de graptolitos conservados en relieve, por procesos de piritización temprana del rhabdosoma, encontrados en la región de El Centenillo (Gutiérrez-Marco y Pineda, 1988), en los sinclinales de Corral de Calatrava

(García Palacios *et al.*, 1996a) y Almadén (Lorenzo y Gutiérrez-Marco, 2009), así como en sendas localidades nuevas de los sinclinales de Almadén y Guadalmez (localidades AL AM-1 y CHE-(-2) de la presente tesis). Las asociaciones representadas en la parte alta de la Formación Cuarcita del Criadero son de edad Aeroniense, en tanto que los graptolitos reconocidos en la base de las pizarras negras suprayacentes brindan una edad Telychiense basal.

Los escasos datos paleontológicos disponibles, únicamente del sinclinal de Almadén, implican que el límite Ordovícico-Silúrico se sitúa probablemente hacia el tercio inferior o parte media de la Cuarcita del Criadero, cuya edad corresponde al Hirnantiense, Rhuddaniense y Aeroniense, coincidiendo el límite Aeroniense-Telychiense de modo aproximado con el techo de la formación. Como veremos más tarde, la aparente diacronía de la base de las pizarras ampelíticas, descrita por algunos autores, se debería en realidad a causas tectónicas, por laminación de parte de la sucesión pizarrosa como consecuencia de la deformación varisca.

**Aspectos regionales:** La Formación Cuarcita del Criadero tiene un desarrollo desigual en el conjunto de la zona estudiada (Fig. 20). Sus mayores espesores, con gran continuidad lateral, se localizan en una banda de unos 20 a 30 km de ancho que se extiende transversalmente a la dirección de las estructuras variscas, a partir del borde norte del Culm de Los Pedroches. Hacia el noreste, la formación reduce rápidamente su potencia, para desaparecer prácticamente a unos 60 km de la banda antes citada. El sinclinal de Almadén tipifica el paso de una Fm. Cuarcita del Criadero potente en el flanco sur (45-65 m) a un desarrollo atenuado y discontinuo (5-10 m) en el flanco norte. El análisis sedimentológico realizado en dicha estructura (Gallardo Millán *et al.*, 1994), muestra el paso de los cuerpos laminares de arena (“blanket sandstones”) típicos del flanco sur depositados en una plataforma somera con influjo mareal, a una rampa más profunda en el flanco norte, con barras lineales de arena orientadas perpendicularmente a la costa e intercaladas en sedimentos predominantemente lutíticos.

En las partes más distales de la plataforma de la región estudiada, diversos autores como Sáenz García (1947), Ramírez y Ramírez (1955), Sos Baynat (1955) y Kindelán (1955), no llegaron a reconocer cuarcitas silúricas bajo las pizarras con graptolitos del sinclinal de Guadarranque. No obstante, trabajos posteriores correlacionaron con la Fm. Cuarcita del Criadero de Almadén otro nivel de cuarcitas (Cuarcita de Las Majuelas de Gil Cid *et al.*, 1976) que en realidad es más antiguo y se integra en las diamictitas glaciomarinas del Hirnantiense (Robardet *et al.*, 1980, 1981). La Cuarcita de Las Majuelas aflora típicamente en los sinclinales de Guadarranque, Cañaveral-Monfragüe y Herrera del Duque, donde fue atribuida a la “cuarcita de la base del Silúrico” (Puschmann, 1970; IGME, 1971b), al “tercer nivel de cuarcitas” (Ransweiler, 1968), a la “Cuarcita blanca” (Julivert y Truyols, 1974) y a la “Cuarcita Superior de la Serie de Navatrasierra” (Walter, 1982). La Fm. Cuarcita del Criadero auténtica se reconoce localmente por encima de la Formación Gualija (que engloba a la Cuarcita de Las Majuelas) con espesores máximos de 1-15 m (Rodríguez Núñez *et al.*, 1989; García Palacios *et al.*, 1996a) aunque, cuando falta, las pizarras con graptolitos se apoyan en paraconformidad sobre las diamictitas hirnantienses.

En el área de Almadén, la Fm. Cuarcita del Criadero está atravesada por diatremas volcánicas rellenas de piroclastos (o *pedra fraileasca*), relacionadas con las principales mineralizaciones de cinabrio (Almela *et al.*, 1962; Saupé, 1973, 1990; Ortega y

Hernández Sobrino, 1990; Hernández *et al.*, 1999; Higuera *et al.*, 2000; Higuera *et al.*, 2013; Palero Fernández, 2013). La presencia de intercalaciones subvolcánicas es frecuente en algunas secciones del sinclinal de Corral de Calatrava, donde la Fm. Cuarcita del Criadero en realidad es muy delgada (2-7 m) y la mayor parte del espesor que le fue asignado corresponde a materiales subvolcánicos (Kappes, 1991; García Palacios *et al.*, 1996a).

Finalmente, los espesores anómalos atribuidos a la Fm. Cuarcita del Criadero (100 m en el sinclinal de Almadén: Soldevila, 1983) o al “Tramo basal cuarcítico/Cuarcitas de Torrealver” en Sierra Morena oriental (250-300 m: Alía Medina *et al.*, 1971) se deben, en el primer caso a estimaciones erróneas, y en el segundo al agrupamiento de más de una unidad.

### 5.2.2 Pizarras negras ampelíticas con graptolitos. Formación Guadarranquejo

**Nombre:** “Formación de pizarras ampelíticas y arcillosas del arroyo Guadarranquejo”, de acuerdo con la denominación original de Rodríguez Núñez *et al.* (1989).

**Sinónimos:** La unidad se distribuye ampliamente en la región estudiada, aunque sus afloramientos son bastante escasos y discontinuos debido a su escasa resistencia a la erosión y a los frecuentes recubrimientos cuaternarios. Desde el punto de vista estratigráfico, la formación constituye un buen “nivel guía” por su litología contrastada y abundante contenido paleontológico, si bien no ha sido caracterizada en detalle hasta fecha relativamente reciente. La primera referencia a la unidad se debe a Prado (1855), que la denomina “pizarras de librillo” y señala el hallazgo de graptolitos, braquiópodos y moluscos. Los nombres más antiguos hacen alusión a su litología (“pizarra negra ampelítica” de Bernáldez y Rúa Figueroa, 1861; “pizarras carbonosas” de Mallada, 1875a, 1975b y Egozcue y Mallada, 1876; “pizarras ampelíticas” de Kuss, 1878; “filadios y ampelitas gráficas con lentejones de calizas” *p.p.* Mallada, 1884) o a su carácter fosilífero (“ampelitas gráficas fosilíferas”, Gonzalo y Tarín, 1879; “capas de *Graptolites*”, Cortázar, 1880). La misma tónica prosigue durante buena parte del siglo XX, donde la unidad aparece nominada como “Ampelitas con *Monograptus*” (Groth, 1911; Márquez Triguero, 1963), “Pizarras Graptolíticas”/“Pizarras con Graptolitos” (Henke, 1926; Hernández Sampelayo, 1942; Machens, 1954, 2008; Redlin, 1955, 2008; Bochmann, 1956, 2008; Kelch, 1957, 2008; Schmidt, 1957, 2008; Tamain, 1964; Richter, 1967; Puschmann, 1967; Butenweg, 1968; Kettel, 1968; Walter, 1969; Puschmann, 1970; Saupé, 1971a, 1971b, 1973; Lozac’h y Vidal, 1976; Kappes, 1991; Kříž *et al.*, 2003), “Pizarras Graptolíticas de la Serie del Guadarranque” (Walter, 1982); “Pizarras Graptolíticas de la Serie de Navatrasierra” (Ballestra *et al.*, 1982); “Pizarras negras ampelíticas” (Gómez de Llarena, 1916); “Ampelitas” (Hernández Sampelayo, 1926; Ramírez y Ramírez, 1955; Portero García y Dabrio González, 1988; Piles *et al.*, 1989; Olivé Davó *et al.*, 1989); “Ampelitas con graptolites”/“graptolitos” (Robardet *et al.*, 1980; Tena-Dávila Ruiz y Corretgé Castañón, 1982; Pieren Pidal, 1985; Gutiérrez-Marco y Pineda, 1988; Martínez Poyatos *et al.*, 2004); “Pizarras ampelítico-carbonosas” (Sos Baynat, 1955); “Pizarras ampelíticas con graptolites, lavas básicas y piedra frailesca” (Almela *et al.*, 1962); “pizarras ampelíticas con *Monograptus*” (Julivert y Truysols, 1974); “Pizarras ampelíticas con graptolites” (Puche, 1989; Monteserín López

y Pérez Rojas, 1985; Corretgé *et al.*, 1982); “Pizarras de/con graptolites” (Castelló Montorí y Orviz Castro, 1976; Orviz Castro *et al.*, 1976; Soldevila, 1983); “Pizarras negras ampelíticas”/”Pizarras ampelíticas negras” (Portero García *et al.*, 1988; Lorenzo *et al.*, 2005a, 2005b); “Pizarras con Monograptidos” (Tamaín, 1971a, 1971b, 1972; Charpentier, 1976); “Pizarras grafitosas con Monograptidos” (Lauret, 1974); “Pizarras negras con Monograptidos” (Blachère, 1978; Prost-Dame, 1980; INGEMISA, 1981; Rodríguez Pevida *et al.*, 1990); “Pizarras silúricas” (Péran, 1971; Poupon, 1971); “Pizarras negras con Graptolites”/”Graptolitos” (Truyols y Julivert, 1983; García Sansegundo *et al.*, 1987a, 1987b; Mira López *et al.*, 1987); “Esquistos negros con monograptidos y nódulos” (Julivert *et al.*, 1974); “Pizarras negras con piritita y grafito” (Ríos Aragüés, 1977, 1978); “Pizarras negras bituminosas” (Carballeira *et al.*, 1983, 1985); “Pizarras ampelíticas de colores oscuros a negras” (Gonzalo, 1989); “Pizarras negras graptolíticas” (Moreno *et al.*, 2004; Matas *et al.*, 2005); “Pizarras grises y negras” (López Sopena *et al.*, 2005); “Pizarras negras” (Monteserín López *et al.*, 2007, 2008a) y Sapropelitas y pizarras negras ampelíticas” (Leyva Cabello *et al.*, 2009; Matas González *et al.*, 2009a, 2009b). Además de todas estas denominaciones, coincidentes con la litología o con el contenido fósil predominante, la Formación Guadarranquejo es equiparable a la parte inferior de las llamadas “Pizarras de Valdelaalmas” de Soldevila Bartolí (1992b), a la “Serie Pelítica Superior” de Ransweiler (1968) y a las “Pizarras de La Cerrada” de Capote del Villar y Hernández Enrile (1969). Ninguna de estas unidades llegó a ser definida formalmente y la tercera consta tan sólo en un informe inédito. Por otro lado, Márquez Triguero (1961) diferenció en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches tres unidades que, en nuestra opinión, resultarían equivalentes a la Formación Guadarranquejo. Se trata de sus “Pizarras de Graptolitos”, “Pizarras blancas con Nódulos” -con *Fucoides*- y “Pizarras de Conularias”. Cada una de ellas corresponde a versiones frescas o alteradas de distintos tramos de la formación, siendo las “Pizarras de Graptolitos” la parte basal, sucedidas por las “Pizarras de Conularias” (en realidad, nautiloideos aplastados) y por el tramo nodulífero superior, muy alterado en los lugares indicados por Márquez Triguero (1961).

**Estratotipo:** sección del cauce del arroyo del Guadarranquejo, justo antes de su confluencia con el río Guadarranque, al noreste del km 96 de la carretera EX-102, en el término municipal de Alía (Cáceres). La sección se sitúa en el flanco suroeste del sinclinal de Guadarranque (Rodríguez Núñez *et al.*, 1989, fig. 2) y fue descrita en detalle por Rodríguez Núñez (1989, pp. 81-84).

**Límites:** En su estratotipo del arroyo del Guadarranquejo, la unidad se dispone concordante sobre un banco de cuarcita de un metro (Cuarcita del Criadero) que, a su vez, se sitúa a techo de las diamictitas glaciomarinas del Miembro Navaldestajo de la Formación Gualija (Hirnantense). El límite superior se sitúa en la base del primer banco de arenisca micácea de la sucesión alternante de areniscas y pizarras con las que debuta la Formación Guadarranque.

**Litología:** La formación es muy característica por el predominio de pizarras negras masivas, con abundantes graptolitos y otros fósiles concentrados en ciertos niveles. Hacia la mitad superior de la unidad aparecen ocasionalmente horizontes aislados de areniscas de hasta 2-3 cm de espesor y también, con cierta frecuencia, tramos de lutitas micáceas con nódulos. En la tonalidad negra de la roca influye tanto su elevado contenido en materia orgánica, como la abundante presencia de sulfuros de

hierro dispersos en la roca, que a veces se concentran en nódulos centimétricos. Estos últimos suelen alterarse a una mezcla de óxidos e hidróxidos de hierro y manganeso, minerales de arcilla y cuarzo de grano fino o muy fino. En otras ocasiones aparecen nódulos más grandes con laminación interna horizontal, cuyo núcleo suele conservarse hueco, debido a la alteración de pirita, o bien septarizado y con cristalizaciones de ankerita de posible origen hidrotermal. Aparte de las pizarras negras masivas, consideradas como sapropelitas o ampelitas (este término deriva de su uso en los viñedos como abono aluminico - del griego *ampelos* = vid -), existen tramos donde las pizarras registran finas laminaciones definidas por concentraciones de micas detríticas, o bien por ligeras variaciones del tamaño de grano y contenido en sulfuros o materia orgánica, que se traducen en alternancias de diferentes tonalidades de gris. En la sección de Corral de Calatrava se observa, excepcionalmente, la intercalación de niveles lumaquólicos delgados (10-30 cm) de continuidad lateral decamétrica y naturaleza margosa, formados por la acumulación de conchas de braquiópodos y cornulítidos.

**Observaciones:** La riqueza en materia orgánica de las pizarras negras que caracterizan a la Formación Guadarranquejo, y la ausencia generalizada de bioturbación, revelan la estabilización de fondos anóxicos a disóxicos durante buena parte de su depósito. Muchos autores interpretaron a estas facies como propias de ambientes profundos, pero las condiciones de anoxia se lograron esencialmente por una estratificación de masas de agua dentro de la plataforma, combinada con una elevada productividad orgánica, que consumía todo el oxígeno en la putrefacción de los componentes orgánicos acumulados en el fondo. Es por ello que los principales restos fósiles corresponden a organismos planctónicos (graptolitos, escifocrinoideos), nectónicos (cefalópodos, filocáridos, conodontozoóforos, ostrácodos bolbozoides) y nectobentónicos (euriptéridos), existiendo también representantes de otros grupos adaptados a un modo de vida epiplanctónico, tal vez como epizooos de algas flotantes de tipo sargazo (cornulítidos, gasterópodos y algunos braquiópodos). La presencia de organismos bentónicos como trilobites, bivalvos, macaeridios, cnidarios y ciertos braquiópodos es anecdótica, y puede ser debida tanto al transporte de escleritos a larga distancia, como a breves episodios de oxigenación del fondo.

El límite inferior de la Formación Guadarranquejo suele presentarse tectonizado por su contraste de competencia litológica frente a la Fm. Cuarcita del Criadero y también por su grano muy fino, con una elevada concentración de materia orgánica y minerales de arcilla, que lo convierte en un nivel muy plástico frente a la deformación. Esta mecanización del contacto genera una diacronía aparente en el inicio del depósito de las pizarras negras, interpretada por ciertos autores como un contacto basal transgresivo, implicando lagunas estratigráficas de cierta extensión con relación a la Fm. Cuarcita del Criadero (Tamain, 1964, 1967; Walter, 1969; Arbey y Tamain, 1971; Tamain, 1972; Hammann, 1974, 1976; Höfges, 1982; Pieren, 1986; Portero García y Dabrio González, 1988), e incluso discordancias angulares (Arbey y Tamain, 1971; Tamain, 1972) que en realidad no existen o nunca han podido acreditarse.

El límite superior de la Formación Guadarranquejo presenta también ciertos problemas para su reconocimiento, debido al tránsito tan gradual que presentan, a veces, las pizarras negras con la unidad suprayacente (Formación Guadarranque, Rodríguez Núñez *et al.*, 1989; Capas de San Pablo, Butenweg, 1968; Kettel, 1968; Grupo del Cerro Escudero, Pardo y García Alcalde, 1996). En este sentido, algunos autores incluyen

como parte de las “Pizarras con graptolitos” un tramo terminal con intercalaciones arenosas frecuentes, que en realidad podrían asimilarse a la unidad que sucede a la Formación Guadarranquejo (ver, por ejemplo, Schmidt, 1957, 2008; Richter, 1967; Ransweiler, 1968; Alía Medina *et al.*, 1971; Ríos Aragüés, 1977, 1978).

Kettel (1968) señala dentro de la unidad, en sus afloramientos de Sierra Morena oriental, un tramo discontinuo de liditas masivas (de hasta 40 m) que se prosigue con alternancias de liditas y microcuarcitas, localizado hacia la parte media de la unidad, el cual permitiría dividir a las pizarras graptolíticas en sendos tramos de “pizarras arcillosas inferiores” y “superiores”. Las tres divisiones serían cartografiables al noreste de Chiclana de Segura (Jaén), pero de ellas la única equiparable a la Formación Guadarranquejo sería el tramo de “pizarras arcillosas inferiores”. El tramo de liditas, obviado en estudios posteriores, correspondería a una silicificación por metamorfismo de contacto de la parte inferior de la unidad suprayacente, y no a rocas generadas por precipitación química.

***Edad y contenido paleontológico:*** Los abundantes graptolitos encontrados en la formación se reparten en 84 especies, que han permitido caracterizar diversas biozonas del Telychiense, Sheinwoodiense y Homerienne, cuya nomenclatura y extensión se detallan en el capítulo de Bioestratigrafía. La base de la unidad coincide regionalmente con el límite Aeroniense-Telychiense, en tanto que la edad del techo varía en las distintas secciones, a grandes rasgos entre el Sheinwoodiense medio y el Homerienne inferior.

Aparte de los graptolitos, el registro paleontológico de la Formación Guadarranquejo incluye diversas formas de braquiópodos rinconeliformes, linguliformes y craniiformes; moluscos cefalópodos, bivalvos y gasterópodos; artrópodos (filocáridos, euriptéridos, trilobites y ostrácodos); conodontos y raros equinodermos pelmatozoos; así como diversos grupos minoritarios como cornulítidos, macaeridios (anélidos), esfenotálidos (cnidarios). Salvo los conodontos y ciertos bivalvos, ninguno de ellos tiene interés bioestratigráfico.

***Aspectos regionales:*** La unidad presenta una gran uniformidad de facies en toda la región estudiada, donde la única variación afecta a la potencia estimada por los distintos autores y a la interpretación que hacen del ambiente de sedimentación (de somero a abisal). Por carecer generalmente de control bioestratigráfico, la mayoría de las potencias aportadas en los trabajos previos están claramente sobreestimadas, dado que es muy frecuente que en un mismo afloramiento se produzcan repeticiones tectónicas indetectables sin argumentos paleontológicos (ver figs. 47 y 49: columnas con repeticiones de algunos tramos). De la misma manera, la mecanización que suele afectar al contacto basal de la unidad con la Cuarcita del Criadero, llega a omitir completamente el tramo inferior (Llandovery), lo que sólo podría detectarse mediante el correspondiente estudio bioestratigráfico.

La potencia de la Formación Guadarranquejo en su corte tipo es de 30 m, implicando niveles del Telychiense basal al Sheinwoodiense medio. En Corral de Calatrava, la sucesión alcanza 60 m y asciende a materiales del Homerienne inferior. Las potencias mínimas se estiman en unos 15-20 m para la región de Almadén y Herrera del Duque (Lorenzo *et al.*, 2005a, 2005b; Moreno *et al.*, 2004; Matas *et al.*, 2005). Otros valores representativos son los 40 m registrados en El Centenillo (Gutiérrez-Marco y Pineda,

1988), o los 65-85 m de Sierra Morena oriental (Leyva Cabello *et al.*, 2009; Matas González *et al.*, 2009a, 2009b). En el sinclinal de Cañaveral, la potencia de la Formación Guadarranquejo puede ascender a 90 m (Schmidt, 1957, 2008). Las potencias superiores a los 100 o 200 m medidas por diferentes autores (Henke, 1926; Machens, 1954, 2008; Richter, 1967; Butenweg, 1968; Kettel, 1968; Ransweiler, 1968; Capote del Villar y Hernández Enrile, 1969; Poupon, 1971; Castelló Montorí y Orviz Castro, 1976; Orviz Castro *et al.*, 1976; Ríos Aragüés, 1977, 1978; INGEMISA, 1981; Soldevila, 1983; Portero García y Dabrio González, 1988; Piles *et al.*, 1989; Olivé Davó *et al.*, 1989) corresponden a secciones con repeticiones tectónicas o que abarcan gran parte de la unidad suprayacente a las pizarras graptolíticas, a las que se llegan a atribuir 300-500 m (Truyols y Julivert, 1983) o 300-1100 m (García Sansegundo *et al.*, 1987a, 1987b). Lo mismo sucede en los sinclinales de Cáceres y La Sierra de San Pedro, donde inicialmente se aportaron potencias de alrededor de 15 m (Tena-Dávila Ruiz y Corretgé Castañón, 1982) y 20-70 m (Bochmann, 1956, 2008; Kelch, 1957, 2008), respectivamente, que ascendieron a 300 m o más en los trabajos de Gonzalo (1989), Soldevila Bartolí (1992b), López Sopena *et al.* (2005) o Monteserín López *et al.* (2007, 2008a).

### 5.2.3 Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas (localmente con intercalaciones de rocas ígneas).

**Nombre:** Bajo esta denominación informal se reúne un conjunto de unidades diferenciadas entre las “Pizarras negras con graptolitos” (Formación Guadarranquejo) y la antigua “Cuarcita de Base” -del Devónico- (Almela *et al.*, 1962), actualmente descrita como Formación Risquillo (Pardo Alonso y García-Alcalde, 1996). También se incluye la sucesión representada por encima de la Formación Guadarranquejo en el sinclinal de Guadarranque, que Rodríguez Núñez (1989) y Rodríguez Núñez *et al.* (1989) diferenciaron como Formación Guadarranque, “Areniscas de Las Cabezuelas” y “Cuarcitas de Cerro Herrumbre”.

**Límites:** La unidad más antigua de las consideradas en este epígrafe se apoya concordante sobre la Formación Guadarranquejo y debuta, regionalmente, en el primer banco de arenisca que da inicio a las alternancias arenosas. En la parte oriental del sinclinal de Valdeazogues-Puertollano y en el núcleo del sinclinal de Solana del Pino, donde no hay registro de pizarras negras con graptolitos, la Fm. Cuarcita del Criadero se ve sucedida por hasta 100 m de tobas volcánicas reabajadas, con delgadas intercalaciones terrígenas, que reemplazan lateralmente a las ubicuas alternancias de pizarras negras, areniscas y cuarcitas comunes en el resto de la región surcentroibérica. En Sierra Morena oriental, sobre la Formación Guadarranquejo se apoyan niveles conglomeráticos o una cuarcita basal, con los que se inician localmente las llamadas “Capas de San Pablo”.

El límite superior del conjunto litoestratigráfico lo constituye la base de la Formación Risquillo en los sinclinales de Herrera del Duque, Almadén y Guadalmez, así como en la parte occidental del flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches. En el resto de la región estudiada, el límite superior de las alternancias arenosas está peor definido. Así, las Capas de San Pablo de Sierra Morena oriental, equivalente parcial de la unidad, culminan en una cuarcita masiva que sería mucho más moderna que la Formación

Risquillo (Pardo Alonso y García-Alcalde, 1996). En los sinclinales de Cáceres y la Sierra de San Pedro, el techo de la unidad coincidiría con la base de la Cuarcita de Aliseda; y en los sinclinales de Guadarranque y Corral de Calatrava la sucesión registrada no alcanza la Formación Risquillo del Devónico.

**Litología:** Se trata de una unidad compresiva compuesta por varios cientos de metros de alternancias de predominio arenoso, que intercalan tramos cuarcíticos de gran continuidad lateral, y tramos pizarrosos que suelen presentarse muy recubiertos, por cuya razón se hace difícil conocer en detalle la estratigrafía de este conjunto.

**Edad y contenido paleontológico:** En la parte inferior de las alternancias de predominio arenoso se intercalan algunos niveles de pizarras graptolíticas del Wenlock, como sucede en los sinclinales de Guadarranque, Herrera del Duque, Sierra de San Pedro y Guadalmez, así como en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches. En tramos de predominio pizarroso localizados más altos en la sucesión aparecen algunos graptolitos del Wenlock (“Miembro Carrera” de la Formación Guadarranque) y del Ludlow (“Areniscas de Las Cabezuelas” en el Guadarranque; alternancias volcano-sedimentarias de San Benito, en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches).

En toda la región estudiada se han reconocido un total de 37 especies de graptolitos para el intervalo de tiempo correspondiente a esta unidad (ver cuadro de distribución de especies). La presencia de probables escifocrinoideos del Pridoli, ha sido citada únicamente en el cierre oriental del sinclinal de Almadén (C.G.S., 1974). El resto de la sucesión ha suministrado de forma esporádica fósiles del Devónico inferior, mencionados en los sinclinales de Almadén y Herrera del Duque (Pardo Alonso y García-Alcalde, 1996; Pardo Alonso, 1998). Estos últimos consisten en braquiópodos rinconeliformes, trilobites y restos indeterminables de tentaculítidos y pelmatozoos.

El nivel con los géneros de quitinozoos citado por Jebrak y Hernández (1997), pese a mencionarse como Silúrico, no resulta clarificador desde el punto de vista cronoestratigráfico.

El conjunto de datos disponibles, aunque escaso y poco determinativo, revela que el conjunto de la unidad inicia su depósito en el Sheinwoodiense y culmina en el Lochkoviense o Praguense, dependiendo de las localidades. La posición del límite Silúrico-Devónico se sitúa tentativamente en la parte alta de las “Alternancias de La Corchada” (Grupo del Cerro Escudero) del sinclinal de Herrera del Duque, un dato extrapolado a toda la región de Almadén (Pardo Alonso, 1998; García-Alcalde *et al.*, 2002).

**Aspectos regionales:** El desarrollo estratigráfico de esta unidad compresiva silúrico-devónica fue analizado regionalmente por Walter (1969: “pizarras arcillosas y arenosas con grauvacas y bancos cuarcíticos”); Julivert *et al.* (1974: “esquistos decolorados alternando con areniscas finas decimétricas, localmente ferruginosas y con numerosas pistas”); Truyols y Julivert (1983: “Pizarras con intercalaciones de cuarcitas y faunas del Devónico inferior en la parte alta”; a unos 360-400 m); Portero García y Dabrio González (1988: “Alternancias del Pridoliense”; 300-500 m, Wenlock-Gediniense); Palero (1991, 1992: “Formación Alternancias Volcanosedimentarias”; 150-200 m). A estos primeros trabajos les siguieron los de Pardo Alonso y García-Alcalde (1996), Pardo Alonso (1997, 1998) y García-Alcalde *et al.* (2002), quienes



establecieron un sistema regional de unidades, con la creación del Grupo del Cerro Escudero para el sinclinal de Herrera del Duque y área de Almadén, presentando cuadros de correlación con las unidades establecidas por autores previos en las restantes áreas, especialmente en Sierra Morena oriental (Butenweg, 1968; Kettel, 1968) y en la Sierra de San Pedro (Soldevila, 1992b). De acuerdo con sus autores, el Grupo del Cerro Escudero consta de una potente unidad basal ( “Alternancias de La Corchada”: mínimo 315 m, hasta 500 m), una unidad intermedia (Formación “Doradillo”: 40 m, equivalente a la “Cuarcita de Las Cuevas” de Almadén) y una unidad superior (Formación “Valdenmedio”: 250 m): Pardo Alonso (1997, 1998). La primera de estas unidades sería en gran parte del Silúrico, en tanto que las otras dos son del Devónico inferior. La Formación Valdenmedio no fue incluida originalmente en la definición del Grupo del Cerro Escudero (Pardo Alonso y García-Alcalde, 1996, fig. 2), al que se incorporó más tarde (García-Alcalde *et al.*, 2002, fig. 6.9). Este esquema estratigráfico fue adoptado en la síntesis presentada por Martínez Poyatos *et al.* (2004a), quienes situaron erróneamente el límite Silúrico-Devónico en la Formación Doradillo.

En los trabajos previos desarrollados en el sinclinal de Herrera del Duque (Fig. 21), la sucesión equivalente al Grupo del Cerro Escudero había sido descrita con los nombres de “capas del tránsito Silúrico/Devónico” (Puschmann, 1970: 50-100 m), “Serie Pelítica Superior” + “Areniscas rojas de Valdenmedio” (Pieren Pidal, 1985), “pizarras, areniscas y cuarcitas” (Piles *et al.*, 1989; Olivé Davó *et al.*, 1989; Pineda Velasco *et al.*, 1989: 100-500 m); “alternancias pizarras negras a grises y areniscas cuarcíticas” o Formación Guadarranque, más el resto del Grupo del Cerro Escudero (Moreno *et al.*, 2004; Matas *et al.*, 2005: 200-300 m).

Fuera del área de Almadén y Herrera del Duque, la inexistencia de una cuarcita “intermedia” y lateralmente continua, impide reconocer las unidades diferenciadas dentro del Grupo del Cerro Escudero. A consecuencia de ello, el conjunto de la sucesión del Silúrico superior-Devónico inferior se adscribe a otras unidades dominadas por alternancias arenosas, que han recibido diferentes nombres en cada estructura o grupo de ellas.

En el sinclinal de Almadén (Fig. 22), especialmente en su flanco meridional, Saupé (1971a) definió un potente “Complejo Volcano-Sedimentario” (400 m), cuya base englobaría a las pizarras negras graptolíticas, sucedidas (Saupé, 1971b, 1973) por unas “Alternancias Argilítico-Arenosas” (300 m, en parte devónicas) que culminarían en la antigua “Cuarcita de Base”. Lauret (1974) y Lozac’h y Vidal (1976) renombraron la segunda unidad como “Areniscas malvas”, atribuyéndoles un espesor de 300-400 m y 200-250 m, respectivamente. Para este mismo conjunto, Blachère (1978) distingue unas “Alternancias volcano-sedimentarias” inferiores (400 m), unas “alternancias arenosas” (45 m) y los “niveles arenosos del Siluro-eodevónico” (5 m). Otros autores se limitan a mencionar una “alternancia de pizarras y cuarcitas” (Soldevila, 1983) o retornan a las “Alternancias vulcano-sedimentarias” silúrico-devónicas (García Sansegundo *et al.*, 1987a; Molina Cámara y Fernández Carrasco, 1987; García Sansegundo *et al.*, 1987b; Amor Herrera y Ortega Gironés, 1987: 300-1100 m).

En el borde norte del sinclinorio de Los Pedroches (Fig. 23), Prost-Dame (1980) describe al este de Castuera (Badajoz) unas “Alternancias de Pizarras y Areniscas finas”, correlacionables, en su opinión, con las “Areniscas malvas” y las “Alternancias pizarroso-arenosas” descritas por diversos autores en Almadén y Guadalmez. Esto

fundamenta el hecho de que las “Alternancias Malva” sean citadas por Pardo Alonso y García-Alcalde (1996, fig. 2) como un equivalente lateral del Grupo del Cerro Escudero, en las áreas de Almadén, Guadalmez y Cabeza del Buey, pero que en rigor sólo habían sido descritas en la primera región. Los trabajos posteriores desarrollados en la misma estructura y en el sinclinal de Guadalmez describen, sobre las pizarras negras graptolíticas, varios cientos de metros de alternancias de pizarras y areniscas que intercalan localmente lentejones de cuarcitas ferruginosas y numerosas rocas ígneas subvolcánicas de composición básica (Mira López *et al.*, 1987; Rodríguez Pevida *et al.*, 1990; Lorenzo *et al.*, 2005a, 2005b).

En el área de Fuencaliente (Fig. 24), Insúa Márquez *et al.* (2008) sitúan su equivalente en una unidad de pizarras negras y areniscas con delgadas intercalaciones volcánicas (200 m). En su prolongación hacia el este, en Sierra Morena oriental (Fig. 24) y por encima de unas pizarras negras de graptolitos inusualmente potentes (> 150 m), Butenweg (1968) define las llamadas “Capas de San Pablo” del Devónico, formadas por 800 m de areniscas y pizarras que, según Pardo Alonso y García-Alcalde (1996) contendrían fósiles del Praguense-Frasniense hacia su parte media y superior. La asignación original de todo el conjunto al Devónico ya había sido modificada por Kettel (1968), quien reconoció a las Capas de San Pablo como la “sucesión del tránsito Silúrico-Devónico”, si bien los primeros fósiles devónicos los situaba muy cerca de su base. Los últimos datos publicados en Sierra Morena oriental describen una unidad de “areniscas cuarcíticas, limolitas y pizarras grises” (aprox. 300 m) en el flanco sur del sinclinal de Santa Cruz de Mudela, conteniendo tentativamente el límite Silúrico-Devónico (Leyva Cabello *et al.*, 2009; Matas González *et al.*, 2009a, 2009b).

La diferenciación de los materiales del Silúrico superior en otras áreas surcentroibéricas resulta igualmente problemática, tanto por la monotonía de las sucesiones como por la ausencia de fósiles. Este es el caso del sinclinal de Corral de Calatrava (Fig. 25), donde Portero García *et al.* (1988) describen “alternancias de pizarras y areniscas, con frecuentes intercalaciones de basaltos”, que Kappes (1991) cita como un “Silúrico indiferenciado”, con intercalaciones de rocas volcánicas. En el sinclinal de Cañaveral-Monfragüe (Fig. 26), Bascones Alvira *et al.* (1987a), Bascones Alvira y Martín Herrero (1987), Martín Herrero *et al.* (1987) y Bascones Alvira *et al.* (1987b) cartografían una unidad formada por “pizarras, areniscas y pizarras ampelíticas” (100 m), que incluyen en su base a las pizarras negras con graptolitos.

La sucesión del Silúrico superior del sinclinal de Guadarranque fue estudiada por distintos autores (Fig. 27), comenzando por Ramírez y Ramírez (1955), quien reconoce, de muro a techo, 40 m de pizarras y areniscas, un estrato de pizarras arcillosas grises y unos 80 m de grauvacas con algunos tramos de pizarras arcillosas. Para Gil Cid *et al.* (1976), la misma sucesión constaría de cuatro unidades: “Alternancia rítmica inferior” (60-80 m), “Nivel de pizarras bandeadas” (40-50 m), “Alternancia rítmica superior” (100-150 m) y “Nivel de pizarras grises” (100 m). Otros autores optan por establecer unidades compresivas para todo el Silúrico, incluyendo en su base a las pizarras negras graptolíticas. Entre ellas tenemos la “Alternancia de Pizarras y Areniscas” de Walter (1982) y sus discípulos, así como las unidades alternantes de pizarras y areniscas descritas en la cartografía MAGNA: Monteserín López y Pérez Rojas (1985, 1987), Nozal Martín y Pérez Rojas (1985a), Monteserín López y López (1985), Nozal Martín y Pérez Rojas (1985b) y Monteserín López *et al.* (2008b, 2008c). Por su parte, Rodríguez

Núñez (1989) y Rodríguez Núñez *et al.* (1989) describen formalmente la Formación Guadarranque (alternancias de cuarcitas y pizarras: 150-200 m, con un miembro pizarroso hacia la mitad de la sucesión) y, por encima, las unidades informales “Areniscas de Las Cabezuelas” (al menos 50 m de alternancias de grauvacas negras y pizarras) y “Cuarcitas de Cerro Herrumbre” (unos 20 m de cuarcitas ferruginosas sin continuidad de afloramientos). En opinión de Pardo Alonso y García-Alcalde (1996) y Pardo Alonso (1998), el conjunto de la sucesión del sinclinal del Guadarranque puede ser asimilado a parte del Grupo del Cerro Escudero de Herrera del Duque y Almadén, donde la Formación Guadarranque y con las “Areniscas de Las Cabezuelas” se correlacionarían con las Alternancias de La Corchada, y las “Areniscas de Cerro Herrumbre” concordando parcialmente en sus características litológicas con la Formación Doradillo.

	Ransweiler (1968)	Puschmann (1970)	Pieren Pidal (1985)	Pieren Pidal y Gutiérrez-Marco (1990)	Pardo Alonso y García-Alcalde (1996) Pardo Alonso (1997)	Moreno <i>et al.</i> (2004) Matas <i>et al.</i> (2005)
DEVÓNICO INFERIOR					Pizarras Valdenmedio Cuarcita Doradillo	Cuarcita del Cerro Doradillo
Pridoli	Unidad pelítica superior	Capas del tránsito Silúrico/Devónico (Tramo inferior de pizarras y grauvacas)	Areniscas rojas de Valdenmedio	"Alternancias silúrico-devónicas" (Fm. Guadarranque?)	Alternancia de La Corchada	Fm. Guadarranque
Ludlow						
Wenlock	Serie arenosa superior (tercer nivel de cuarcitas)	Pizarras Graptolíticas	Serie Pelítica Superior	Fm. Guadarranquejo		Fm. Guadarranquejo
Llandovery		Cuarcita Valentiense	"Barra cuarcítica delgada"			Cuarcita de Criadero
ORDOVÍCICO SUPERIOR	Serie pelítica media		Pelitas con fragmentos	Fm. Gualija (Pelitas con fragmentos + Cuarcita Valentiense)		

**Fig. 21.** Cuadro de correlación entre las unidades litoestratigráficas diferenciadas sucesivamente en el sinclinal de Herrera del Duque (Badajoz).

Por último, la sucesión silúrico-devónica de los sinclinales de Cáceres (Fig. 28) y la Sierra de San Pedro (Fig. 29) vuelve a tener características monótonas, que hacen que muchos autores establezcan unidades compresivas, reuniéndolas incluso con las pizarras graptolíticas basales. En la primera de estas estructuras, Bochmann (1956, 2008) registra una alternancia de areniscas y pizarras (“Capas de transición”: 350-400 m) que atribuye directamente al Devónico basal; en tanto que Tena-Dávila Ruiz y Corretgé Castañón (1982) describen dos unidades de pizarras y areniscas separadas por una cuarcita de 40-60 m de espesor, que incluiría el límite Silúrico-Devónico en ausencia de datos paleontológicos. Las descripciones petrográficas presentadas por Corretgé *et al.* (1982) no aportan datos litoestratigráficos relevantes. En el sinclinal de la Sierra de San Pedro, Kelch (1957, 2008) cartografía las “Capas de transición” de Bochmann (1956, 2008) bajo el nombre de “Alternancia arenosa” (200 m). Los mapas de Bascones Alvira y Martín Herrero (1982) y Bascones Alvira *et al.* (1982) diferencian una unidad de “cuarcitas con bancos de pizarras grises intercaladas” (280-300 m), considerada como del tránsito Silúrico Superior-Devónico Inferior, por su infrayacencia a los primeros materiales fosilíferos del Devónico. Hacia el este, Gonzalo (1989) cita un tramo de 50 a 60 m de pizarras arenosas en la base (200-260 m) sucedida por una unidad de pizarras, pizarras arenosas, areniscas y cuarcitas (250-300 m), con el límite Silúrico-Devónico.

La revisión general del Paleozoico de la Sierra de San Pedro, llevada a cabo por Soldevila Bartolí (1992b), le llevó a definir las “Pizarras de Valdelasmanos” (300 m), una unidad compresiva formada por pizarras negras basales (Llandovery?-Wenlock), a

las que suceden pizarras gris azuladas, más micáceas, que intercalan niveles centi- y decimétricos de cuarcitas y alcanzan el Ludlow. Dado que las “Cuarcitas de Aliseda” suprayacentes tienen fósiles devónicos, Pardo Alonso y García-Alcalde (1996) suponen que el límite Silúrico-Devónico se situaría dentro de las antedichas “Pizarras de Valdelasmanos”. La moderna cartografía MAGNA establece una o dos unidades a techo de las pizarras negras graptolíticas: por un lado unos 300 m de pizarras arenosas con intercalaciones de cuarcitas (en ocasiones reemplazadas por 300-350 m de pizarras grises y negras) y, por otro, unas alternancias de pizarras y areniscas ferruginosas, donde se situaría el límite Silúrico-Devónico (López Sopeña *et al.*, 2005; Monteserín López *et al.*, 2007, 2008a).

	Almela <i>et al.</i> (1962)	Saupé (1971a, 1971b, 1973, 1990)	Lauret (1974)	Lozac'h y Vidal (1976)	Blachère (1978)
DEVÓNICO INFERIOR					
	Cuarcita de Base	Cuarcita de Base	Areniscas malva	Cuarcita de Base	Cuarcita Siegeniense
		Alternancias Argilitico-Arenosas		Bancos cuarcíticos	Niveles arenosos del "Siluro-éodévónien"
SILÚRICO	Pridoli				
	Esquistos y areniscas			Tramo de pizarras y areniscas	Alternancias Pizarroso-arenosas
Ludlow					
		Alternancias Volcano-sedimentarias	Alternancias Volcano-sedimentarias	Tramo arenoso basal	
Wenlock	Pizarras ampelíticas con graptolites, lavas básicas y piedra frailesca			Serie Volcano-sedimentaria	Alternancias Volcano-sedimentarias
		Pizarras con graptolitos	Pizarras gráficas con Monógraptidos		
Llandovery	Cuarcita del Criadero	Cuarcita del Criadero		Pizarras con Graptolitos	Pizarras negras con Monógraptidos
ORDOVÍCIO SUPERIOR		?	Cuarcita de Criadero	Cuarcita Criadero	Cuarcita de Criadero

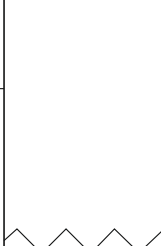
  

	Soldevila (1983)	García Sansegundo <i>et al.</i> (1987a, 1987b) Amor y Ortega (1987)	Palero (1991, 1992)	Pardo y García-Alcalde (1996, 1997, 1998)	Lorenzo <i>et al.</i> (2005a, 2005b)
DEVÓNICO INFERIOR					
	Cuarcita de Base	Cuarcita de Base	Cuarcita de Base	Formación Cerro Risquillo	
		Cuarcita de Las Cuevas		Fm. Peillas de Valdenmedio Fm. Cuarcitas del Doradillo	
SILÚRICO	Pridoli			Alternancia de La Corchada	Alternancia Malva (Grupo Cerro Escudero)
	Alternancia de pizarras y areniscas		Fm. Alternancias volcanosedimentarias		
Ludlow		Alternancias Volcano-sedimentarias			
					Cuarcitas ferruginosas
Wenlock	Pizarras con graptolites				Pizarras grises
		Pizarras negras con graptolites			Pizarras ampelíticas negras
Llandovery	Cuarcita de Criadero	Cuarcita de/del Criadero	Fm. Cuarcita del Criadero		Cuarcita de Criadero
ORDOVÍCIO SUPERIOR					

**Fig. 22.** Correlación entre las unidades litoestratigráficas descritas por los distintos autores en los sinclinales de Almadén-Valdeazogues-Puertollano-Guadamez-Solana del Pino.

	Márquez Triguero (1961, 1963)	Puschmann (1967)	Prost-Dame (1980)	Mira López <i>et al.</i> (1987) Rodríguez Pevida <i>et al.</i> (1990)	Palero (1991, 1992)	Pardo y García-Alcalde (1996, 1997, 1998)	Lorenzo <i>et al.</i> (2005a, 2005b)		
DEVÓNICO INFERIOR	Areniscas rojas fosilíferas	Grauvacas y pizarras con bancos cuarcíticos		Alternancias de pizarras, areniscas y cuarcitas					
					Cuarcita de Base	Formación Cerro Risquillo			
Pridoli			Pizarras Graptolíticas	(Alternancias arenosas)	Fm. Alternancias volcanosedimentarias	Fm. Pelillas de Valdemado Fm. Cuarcitas del Doradillo	Alternancia de La Corchada	<div>Alternancia Malva (Grupo Cerro Escudero)</div> <div>Cuarcitas ferruginosas</div> <div>Pizarras grises</div> <div>Pizarras ampelíticas negras</div> <div>Cuarcita de Criadero</div>	
Ludlow		Alternancias de Pizarras y Areniscas				Pizarras negras con graptolitos			
Wenlock	Pizarras de Conularias								
Llandovery	Piz. con nódulos con <i>Fucoides</i> Zona III			(Pizarras ampelíticas)					
	Pizarras de Graptolitos Zona I	Cuarcita Valiente		Pizarras negras con Monógraptidos	Cuarcita de Criadero	Fm. Cuarcita del Criadero			
ORDOVÍCICO SUPERIOR	Calizas con políperos, <i>Chaetetes</i> y Nautiloideos		Cuarcita de Criadero						

**Fig. 23.** Equivalencias aproximadas entre la nomenclatura estratigráfica propuesta por los distintos autores en el área de Castuera-Solana del Pino, del flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

	Henke (1926)	Redlin (1955)	Richter (1967)	Butenweg (1968)	Kettel (1968)	Tamain (1964, 1967, 1972)		
DEVÓNICO INFERIOR				Capas de San Pablo	Capas de San Pablo	Niveles superiores con dominio arenoso		
SILÚRICO		Pizarras graptolíticas		Pizarras con graptolitos	Pizarras con graptolitos	Miembro pizarroso superior Liditas Miembro pizarroso inferior	Pizarras con graptolitos	Niveles con liditas y vulcanitas
Llandovery	Pizarras con Graptolitos		Pizarras con graptolitos (Pizarras andalucíticas)			Pizarras con Monógraptidos		
		Cuarcitas	Cuarcita del Llandovery	Cuarcita del Llandovery	Cuarcita del Llandovery			
ORDOVÍCICO SUPERIOR	Cuarcita Castellar					Cuarcitas Superiores		

	Péran (1971) Poupon (1971) Charpentier (1976)	Castelló y Orviz (1976) Orviz <i>et al.</i> (1976)	Gutiérrez-Marco y Pineda (1988)	Insúa Márquez <i>et al.</i> (2008)	Matas <i>et al.</i> (2009a, 2009b) Leyva <i>et al.</i> (2009)		
DEVÓNICO INFERIOR	Rocas volcánicas (Liditas de Kettel, 1968)		Limolitas y areniscas		Cuarcitas y areniscas		
SILURICO				Alternancias Volcanosedimentarias			
							Areniscas cuarcíticas, limolitas y pizarras grises
Llandovery		Pizarras con Monograptidos	Pizarras de graptolites	Ampelitas con graptolitos		Sapropelitas y pizarras negras ampelíticas	
			Cuarcita del Castellar	Cuarcita del Criadero	Cuarcita de Criadero		
ORDOVÍCIO SUPERIOR	Cuarcitas Superiores	Cuarcita Castellar					

**Fig. 24.** Correlación entre las unidades estratigráficas y cartográficas propuestas para el área de Fuencaliente-El Centenillo (flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches), sectores de Sierra Morena oriental y sinclinar de Santa Cruz de Mudela.

	Portero García <i>et al.</i> (1988)	Kappes (1991)	Storch <i>et al.</i> (1998)	Kriz <i>et al.</i> (2003)
DEVÓNICO				
SILÚRICO	Pridoli			
	Ludlow			
	Wenlock	(Silúrico indiferenciado)	Limolitas y pizarras con intercalaciones de limolitas y areniscas	Grupo Cerro Escudero
	Llandovery	Pizarras con Graptolitos	Pizarras negras graptolíticas	Fm. Guadarranquejo
ORDOVÍCICO SUPERIOR	Pizarras de Chavera		Pizarras Chavera	

**Fig. 25.** Equivalencia entre las distintas unidades silúricas propuestas por distintos autores en el sinclinal de Corral de Calatrava

	Schmidt (1957)	Martín Herrero <i>et al.</i> (1987)
DEVÓNICO INFERIOR		
SILÚRICO	Pridoli	
	Ludlow	
	Wenlock	
	Llandovery	
ORDOVÍCICO SUPERIOR		

**Fig. 26.** Equivalencia entre las distintas unidades silúricas propuestas en el sinclinal de Cañaveral-Monfragüe.

	Ramírez y Ramírez (1955)	Gil Cid <i>et al.</i> (1976)	Walter (1982) Ballestra <i>et al.</i> (1982)	Rodríguez Núñez (1989) Rodríguez Núñez <i>et al.</i> (1989)
DEVÓNICO INFERIOR				
		Nivel de pizarras grises		Areniscas de Cerro Herrumbre
Pridoli				
Ludlow	Tramo 17 (Grauvacas y pizarras)	Alternancia rítmica superior		Areniscas de Las Cabezuelas
Wenlock	Tramo 16 (Pizarras arcillosas)	Pizarras bandeadas	Alternancia de Pizarras y Areniscas	Fm. Guadarranque
	Tramo 15 (Pizarras y areniscas)	Alternancia rítmica inferior		
Llandovery	Tramo 14 (Ampelitas fosilíferas)	Pizarras ampelíticas	Pizarras Graptolíticas	Fm. Guadarranquejo
ORDOVÍCICO SUPERIOR	Tramos 11-13	Cuarcita de Las Majuelas	Cuarcita Superior de la Serie de Navatrasierra	Fm. Gualija

**Fig. 27.** Correlación entre las unidades estratigráficas diferenciadas por distintos autores en el Silúrico del sinclinal de Guadarranque. Según la correlación de Pardo Alonso y García-Alcalde (1996) en ningún caso se alcanzaría el tránsito Silúrico-Devónico.

	Bochmann (1956)	Tena-Dávila y Corretgé (1982)
DEVÓNICO INFERIOR		
Pridoli	Capas de transición	Cuarcitas, pizarras y areniscas
Ludlow		Cuarcitas
Wenlock	Pizarras graptolíticas	Pizarras y areniscas micáceas
Llandovery	Cuarcita del Llandovery	Ampelitas
ORDOVÍCICO SUPERIOR		Cuarcitas

**Fig. 28.** Correlación entre las unidades silúricas propuestas en el sinclinal de Cáceres

	Bochmann (1956) Kelch (1957)	Bascones y Martín Herrero (1982) Bascones <i>et al.</i> (1982)	Soldevila Bartolí (1992b)	Monteserín <i>et al.</i> (2007) Monteserín <i>et al.</i> (2008a)	López Sopena <i>et al.</i> (2005)
DEVÓNICO INFERIOR			Cuarcitas de Alisedas	Alternancia de areniscas ferruginosas y pizarras	Cuarcita
SILÚRICO	Pridoli	Capas de transición	Pizarras de Valdelasmanos	Pizarras negras	Pizarras arenosas con intercalaciones cuarcíticas
	Ludlow				
	Wenlock	Pizarras graptolíticas	Cuarcita del Jabonero	Cuarcita del Jabonero	Cuarcitas blancas masivas
	Llandovery	Cuarcita del Llandovery			
ORDOVÍCIO SUPERIOR		Cuarcitas			Pizarras grises

**Fig. 29.** Equivalencia entre las unidades silúricas propuestas por distintos autores para el Silúrico del sinclinal de la Sierra de San Pedro

### 5.3 UNIDADES LITOESTRATIGRÁFICAS DIFERENCIADAS AL SUR DEL EJE DE LOS PEDROCHES (DOMINIO OBEJO-VALSEQUILLO).

Los afloramientos de rocas silúricas al sur de la alineación magmática que se extiende desde Albuquerque hasta Linares se sitúan en el Dominio de Obejo-Valsequillo (Delgado-Quesada *et al.*, 1977), incorporado habitualmente a la Zona Centroibérica (Martínez Catalán *et al.*, 2004) y cuyo límite meridional para la mayoría de autores es la banda de cizalla Badajoz-Córdoba (Robardet, 1977) o la Unidad Central perteneciente a la misma (Azor *et al.*, 1994). En otros trabajos esta región (Dominio Mérida-Montoro), junto con la situada inmediatamente al sur, y en la que no se han reconocido materiales de edad silúrica (Dominio de Badajoz-Córdoba), formaría parte de la “Zona Lusitano-Mariánica” (Herranz Araújo *et al.*, 1999a; San José *et al.*, 2004), limitada a su vez por la falla de Malcocinado (al sur). Desde el punto de vista tectónico hay que destacar el gran desarrollo de las estructuras longitudinales que individualizan sectores con características estratigráficas y litológicas diferentes, lo que dificulta la correlación entre las distintas áreas de la región.

En el Dominio Obejo-Valsequillo, las rocas silúricas afloran con una extensión muy limitada, generalmente desconectadas entre sí (Fig. 4), formando sucesiones parciales y con un contenido fosilífero escaso, aunque esto último se podría achacar más bien al reducido número de estudios de detalle (estratigráficos y paleontológicos). Las contadas unidades silúricas identificadas mediante fósiles, o deducidas por su infrayacencia a los materiales devónicos datados, guardan una relación problemática con la mayoría de las unidades sedimentarias paleozoicas, debido a la escasez de afloramientos continuos.

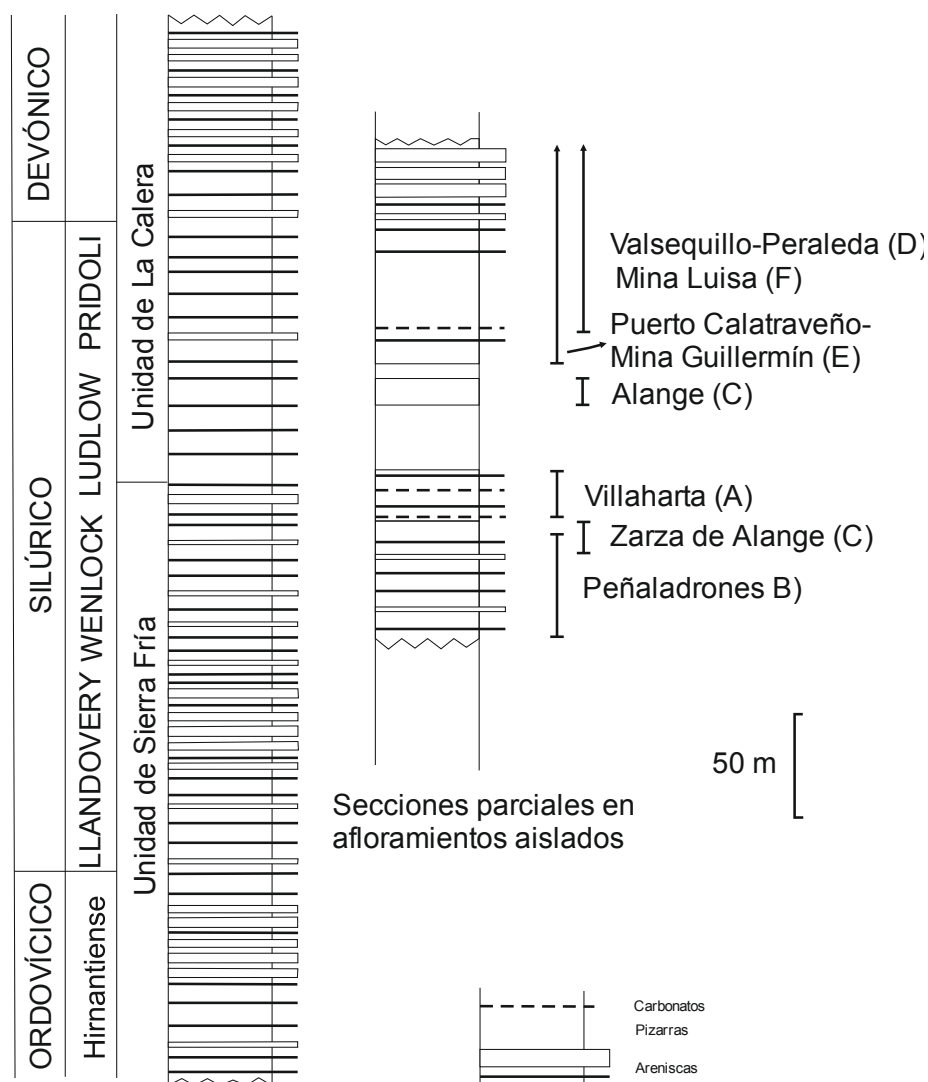


Los primeros datos sobre la presencia de rocas con fósiles del “Siluriano superior” en esta región se remontan a mediados del siglo XIX (Verneuil en Murchison, 1850 y en Anónimo, 1850; Prado, 1855, 1858), pero no fue hasta más de un siglo después cuando empezaron a aparecer nuevas publicaciones que describen afloramientos y sucesiones supuestamente silúricos, dada la gran escasez de fósiles e investigaciones. Hoy día el conocimiento de la estratigrafía y paleontología de los materiales silúricos de esta región sigue siendo exiguo, a pesar de las tesis doctorales realizadas en los últimos cuarenta años en diversas áreas y a la elaboración de la segunda edición de la cartografía MAGNA.

Dada la gran desconexión entre los afloramientos conocidos de rocas silúricas en el Dominio Obejo-Valsequillo, describiremos de forma individualizada los que han proporcionado fósiles de este periodo, apoyándonos en la estratigrafía obtenida tanto a partir de datos propios, como de las cartografías existentes (Fig. 30).

El área principal con afloramientos silúricos se sitúa en el sinclinal de La Codosera, que se extiende desde la región portuguesa de Portalegre hasta las proximidades de Mérida (Badajoz). Los principales datos paleontológicos proceden del sector portugués de la estructura, conocido a través de los datos de Delgado (1908), Romariz (1962), Perdigão (1967, 1973) y Perdigão y Peinador Fernandes (1976) recientemente revisados e incrementados por Piçarra *et al.* (1999), Piçarra y Oliveira (2002) y Piçarra (2003, 2007). En la parte española, Santos García y Casas Ruiz (1979) asignaron al Silúrico las “unidades” de Aguas Claras (esencialmente pizarras) y Sierra Fría, constituida esta última por 200 m de alternancias de cuarcitas negras, areniscas e intercalaciones de pizarras negras, que fueron atribuidas al Ludlow-Gediniense. Ambas unidades fueron diferenciadas en el flanco norte del sinclinal, pero en el flanco sur los mismos autores destacan únicamente tres niveles de cuarcitas ferruginosas en unos 400 m de sucesión, atribuyéndolas en conjunto al intervalo Ordovícico Medio-Wenlock. El techo local del Silúrico estaría situado en la parte inferior de la siguiente unidad (Unidad de La Calera de Santos García y Casas Ruiz, 1979), que está formada por areniscas y cuarcitas ferruginosas, con intercalaciones de pizarras, y a la que asignaron una edad Ludlow a Siegeniense por correlación con los datos portugueses.

Soldevila Bartolí (1991, 1992a) revisa las unidades estratigráficas del Silúrico propuestas por Santos García y Casas Ruiz (1979), estableciendo algunas modificaciones (Fig. 31). En primer lugar, reasigna la “Unidad de Aguas Claras” (200 m) al Ordovícico Medio, sin tener en cuenta los graptolitos silúricos citados en su prolongación hacia Portalegre (Romariz, 1962; Perdigão, 1967, 1973; Gonçalves *et al.*, 1978). En segundo lugar, las cuarcitas, areniscas y pizarras de la “Unidad de Sierrafría” (350 m) las atribuye al Llandeilo terminal-Wenlock/Ludlow, con un yacimiento nuevo de graptolitos del Wenlock (Fig. 4, loc. 58). En tercer lugar, establece un rango Silúrico superior-Devónico inferior para la “Unidad de La Calera” (previamente atribuida al Devónico) que, a su vez, subdivide en una “Unidad de la Calera Inferior” (0-80 m) y una “Unidad de la Calera Superior” (50-180 m). El límite Silúrico-Devónico estaría situado en la primera de estas divisiones, de acuerdo con los datos paleontológicos portugueses.



Sinclinal de La Codosera

**Fig. 30.** Columnas esquemáticas de la sucesión silúrica en diferentes secciones del Dominio Obejo-Valsequillo, con referencia al sinclinal de La Codosera (columna de la izquierda, Soldevila Bartoli, 1992a) y a la columna reconstruida a partir de afloramientos aislados en áreas más surorientales. A. Apalategui Isasa *et al.* (1985b); B. Apalategui Isasa *et al.* (1985c); C. Gutiérrez-Marco *et al.* (1997a); D. Contreras Vázquez *et al.* (2004); E-F. Lorenzo Álvarez (inédito).

Más al sureste y en el sector Hornachos-Don Benito, el Silúrico datado aflora nuevamente en los alrededores de Zarza de Alange y Alange (Badajoz), donde Gutiérrez-Marco *et al.* (1997a) describen dos localidades con graptolitos del Wenlock superior y Ludlow respectivamente, una de ellas descubierta por Herranz Araújo (1985). De acuerdo con este último autor, las pizarras graptolíticas de ambos yacimientos (Fig. 4, locs. 59 y 60; Fig. 30) se apoyan en disconformidad sobre la Cuarcita Armoricana del Ordovícico Inferior, y son sucedidas en continuidad sedimentaria por los materiales devónicos. Palacios *et al.* (2010) sugieren la presencia de la Fm. Cuarcita del Criadero en Alange, no confirmada por nuestros datos. Las cartografías previas realizadas en el área (Apalategui Isasa *et al.*, 1988a, 1988b) ignoraron la existencia de posibles unidades silúricas.

	Santos y Casas (1979)	Soldevila Bartolí (1992a)	
DEVÓNICO INFERIOR	Unidad Sierrafría	Unidad de la Calera Superior	Unidad de la Calera
Pridoli		Unidad de la Calera Inferior	
Ludlow	Unidad Aguas Claras		Unidad Sierrafría
Wenlock			
Llandovery			
ORDOVÍCICO			

**Fig. 31.** Equivalencia entre las unidades estratigráficas paleozoicas diferenciadas en el sector español del sinclinal de La Codosera (Badajoz) por los distintos autores.

En el mismo sector Hornachos-Don Benito, Herranz Araújo (1984, 1985) cartografió dos unidades ubicuas atribuidas al Silúrico: una inferior de cuarcitas blancas a negruzcas (8-35 m), aproximadamente equivalente a la Cuarcita del Criadero, y una unidad superior de pizarras negras ampelíticas (promedio de 200 m), con intercalaciones esporádicas de metalimolitas, cuarcitas de grano fino y areniscas moderadamente feldespáticas. En la segunda unidad se situaría el yacimiento de graptolitos de Zarza de Alange, anteriormente citado. Otros datos paleontológicos en el sector provienen del descubrimiento de nódulos con restos de nautiloideos al oeste de Valle de la Serena (Badajoz: Palacios *et al.*, 2010), que también existen en un yacimiento cartografiado como Silúrico por Herranz Araújo (1985), justo al oeste de la misma localidad (km 9.300 de la carretera BA-113: Fig. 4, loc. 67; Fig. 30). No obstante, ninguno de los fósiles resulta determinativo para confirmar una datación dentro del rango Silúrico-Devónico.

En el anticlinal de Peraleda-Valsequillo, Contreras Vázquez *et al.* (2004) y Apalategui Isasa *et al.* (2004), diferenciaron una unidad compresiva formada por pizarras, areniscas y cuarcitas, con intercalaciones cartografiables de cuarcitas y de calizas, cuyo conjunto atribuyen al Silúrico superior-Devónico. Justo al sur del puerto de los Tres Mojones (al norte de Peñarroya, Córdoba), en el flanco sur de la estructura, Contreras Vázquez *et al.* (2004) cartografían un lentejón de calizas negras con nautiloideos y bivalvos (*Cardiola* cf. *interrupta*) que atribuyen al Ludlow (Fig. 4, loc. 68; Fig. 30). Las pruebas para la obtención de microfósiles efectuadas por nosotros han brindado resultados positivos y se hallan en fase de estudio por la Dra. Graciela Sarmiento. En el flanco norte del anticlinal contamos con otro notable afloramiento silúrico, localizado en una cantera abandonada al este del km 13,5 de la carretera A-449, al sur del término municipal de Hinojosa del Duque (Córdoba). Allí afloran pizarras muy alteradas con nódulos centi a decimétricos que contienen grandes nautiloideos de conchas lisas o estriadas longitudinalmente, además de bivalvos, gasterópodos, filocáridos, ostrácodos bolbozoides y raros graptolitos [*Pristiograptus* gr. *dubius* (Suess)]. La localidad (Fig. 4,

loc. 66, Mina Luisa; Fig. 30) fue cartografiada por Apalategui *et al.* (2004) dentro de una unidad de pizarras y esquistos sericíticos con niveles de cuarcitas, asignadas regionalmente al Silúrico superior-Devónico Inferior.

En la continuación suroriental de la estructura anterior, los materiales silúricos vuelven a presentarse en el flanco sur y en la terminación periclinal del anticlinal que discurre a lo largo del sector Cámaras Altas-Puerto Calatraveño. Pérez Lorente (1979) los describe como una alternancia de pizarras y cuarcitas de tonos oscuros, de carácter turbidítico (50 m), sucedida por cuarcitas negras (40 m) de probable edad devónica. Los materiales fueron cartografiados como una sucesión Ashgill-Silúrico por Apalategui Isasa *et al.* (1985b), quienes citan el hallazgo de graptolitos indeterminados del “Wenlock Superior” en el sector de Peñaladrones (Fig. 4, loc. 61; Fig. 30). Por nuestra parte, hemos acotado paleontológicamente el Silúrico del entorno del Puerto Calatraveño-Mina Guillermin (Alcaracejos, Córdoba). Al suroeste de la mina Guillermin (Fig. 4, loc. 63; Fig. 30), la sucesión es predominantemente pizarrosa e intercala lentejones carbonatados y nódulos fosilíferos con cefalópodos, bivalvos, equinodermos y ostrácodos de edad Ludlow-Pridoli; hacia techo desaparecen los nódulos y se intercalan gradualmente capas arenosas cada vez más gruesas, antes de alcanzar las calizas devónicas. Los materiales silúricos se apoyan en contacto tectónico sobre las “Cuarcitas de Cámaras Altas”, atribuidas al Ordovícico superior (Pérez Lorente, 1979). Otros dos afloramientos puntuales se localizan al sureste de la mina Guillermin y al sur del Puerto Calatraveño (a la altura del km 382,3 de la carretera N-502). El primer yacimiento (Fig. 4, loc. 64; Fig. 30) es prácticamente la continuación hacia el este del corte anterior, y en él se localizan lentejones y nódulos calcáreos con abundantes nautiloideos, bivalvos, y raros graptolitos, intercalados en pizarras margosas con abundantes escifocrinoideos. La segunda localidad (Fig. 4, loc. 62; Fig. 30) corresponde a los escombros procedentes de la excavación de un pozo, entre los que aparecen nódulos carbonatados centimétricos con cálices articulados de crinoideos, bivalvos y numerosos restos de nautiloideos. Aunque no hay un claro contexto estratigráfico, el pozo está relativamente cerca de la cuarcita con braquiópodos lochkovienses que aflora en la carretera. Por lo que se refiere a las relaciones entre los afloramientos de Peñaladrones (Wenlock) y Calatraveño-Mina Guillermin (Ludlow-Pridoli), ambos parecen presentar contactos tectónicos con las “Cuarcitas de Cámaras Altas” y hasta el presente se desconocen puntos que enlacen las pizarras oscuras con intercalaciones arenosas de Peñaladrones, con las pizarras con nódulos e intercalaciones calcáreas de Mina Guillermin. En este sentido tampoco puede descartarse que se trate de dos sucesiones distintas, cuya proximidad actual se deba exclusivamente a causas tectónicas.

Dentro de la Unidad Alóctona del Dominio Obejo-Valsequillo, Apalategui Isasa *et al.* (1985c) cartografian un afloramiento delimitado por fallas con rocas paleozoicas parautoctonas, situado al sur de Villaharta (Córdoba) (Fig. 4, loc. 65; Fig. 30). Lo describen como una sucesión detrítica con intercalaciones lenticulares de calizas bioclásticas que contienen restos de equinodermos, braquiópodos, bivalvos, cefalópodos, ostrácodos y gasterópodos. Entre ellos identificaron los bivalvos *Cardiola interrupta* (Sowerby), *Vlasta cf. bohémica* (Barrande) y *Antipleura (Dualina)* sp., junto al ortocerátido *Michelinoceras aff. michelini* (Barrande), en una asociación asignada al tránsito Wenlock-Ludlow. El conjunto de la sucesión fue asignado por Apalategui Isasa *et al.* (1985c) a un “Paleozoico indiferenciado”, pero el amplio afloramiento fue reasignado íntegramente al Silúrico en la cartografía de Martínez Poyatos (2002). Por

nuestra parte hemos reestudiado una de las intercalaciones calcáreas fosilíferas citadas por Apalategui Isasa *et al.* (1985c) al sureste de Villaharta. En ella identificamos *Orthocycloceras?* sp. y *Panenka?* sp., de probable edad Pridoli. El tratamiento para conodontos dio resultados negativos.

Por último, cabe citar la presencia de fósiles silúricos, sin contexto estratigráfico, entre los clastos de diversas unidades del Paleozoico inferior incorporados a una unidad carbonífera (Serpukhoviense) en el valle del Guadalmellato, al oeste de Adamuz (Córdoba) (Fig. 4, loc. 69). De allí procede la primera cita de fósiles silúricos en Sierra Morena, con *Cardiola interrupta* y *Orthoceras* spp. mencionados por Verneuil (in Murchison, 1850; in Anónimo, 1850). Sarmiento y Gutiérrez-Marco (1999) citan en cantos de caliza negra silúrica, procedentes de esta localidad, el descubrimiento de cardiólidos, ortocerátidos y trilobites de afinidades “ossa-morénicas”, así como el hallazgo posterior de muellerisféridos (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2001). Los datos más recientes proceden de Gutiérrez-Marco *et al.* (2014), quienes mencionan cantos derivados de al menos tres niveles distintos del Ludlow y Pridoli, procedentes de un área fuente desconocida.

## 5.4 YACIMIENTOS PALEONTOLÓGICOS ESTUDIADOS

En la figura 4 (epígrafe 2) se aporta un mapa con la situación geográfica de todas las localidades y secciones con yacimientos paleontológicos estudiados o revisados en el presente trabajo. El conjunto abarca más de 380 niveles fosilíferos ubicados en casi 130 sucesiones o localidades aisladas, cuya descripción y contenido paleontológico se detalla en el Anexo I. La inmensa mayoría corresponde a materiales del Llandovery (209 niveles en 90 secciones y localidades), con una amplia representación de horizontes fosilíferos del Wenlock (167 niveles en 55 secciones y localidades), y una fracción minoritaria de yacimientos del Ludlow (únicamente 2 niveles en 2 yacimientos). Las localidades fosilíferas del Pridoli se hallan restringidas a 6 yacimientos ubicados al sur del eje de Los Pedroches.

Los yacimientos paleontológicos consignados en el Anexo I se describen siguiendo el orden de las estructuras variscas donde se enclavan las secciones y localidades puntuales, en una transversal noreste-suroeste. Dentro de las secciones, cada yacimiento se indica por una sigla correspondiente al perfil y al nivel fosilífero concreto. La representación gráfica de las columnas hace innecesario aportar una descripción detallada para cada una de ellas, lo que hubiera supuesto añadir una gran extensión de texto a esta tesis, sin aportar datos de mayor relevancia. Para todos los niveles fosilíferos ubicados en una sección, así como para las localidades paleontológicas aisladas, se detalla la lista de fósiles identificados y su edad correspondiente.

Desde el punto de vista del patrimonio paleontológico español, algunos de los yacimientos estudiados en este trabajo acreditan cierta relevancia dentro del contexto nº 4 (“Series estratigráficas del Paleozoico inferior y medio del Macizo Ibérico”), correspondiente al listado de los Contextos Geológicos de España de Relevancia Mundial. Éstos se inscriben en el proyecto *Global Geosites* de ProGEO-IUGS (García-Cortés, 2008; Carcavilla Urquí y Palacio Suárez-Valgrande, 2010), recogido en la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE núm.

299/2007, pp. 51275-51327). En el desarrollo posterior de la legislación, que bajo las directrices del Instituto Geológico y Minero de España, establecerá formalmente los Lugares de Interés Geológico asociados a cada Contexto, hemos propuesto en 2013 el LIG “Silúrico de Corral de Calatrava” como área clasificable de especial interés y protección. Se trata de una sección muy completa y continua, enclavada al noreste de Corral de Calatrava (Ciudad Real), en la margen izquierda del río Jabalón, que abarca ocho biozonas de graptolitos del Telychiense, cuatro del Sheinwoodiense y una del Homerense basal, donde se llevan reconocidas 70 especies de graptolitos, de las que cinco tiene su estratotipo internacional en la localidad. La sección tiene gran interés para la correlación del Telychiense y Sheinwoodiense mediterráneo, siendo la más representativa del Silúrico de la Zona Centroibérica meridional en términos bioestratigráficos.

Además del LIG de Corral de Calatrava, otra localidad silúrica de notable interés, en este caso para la historia de la Ciencia, se ubica en la mina de Almadén, cuyos horizontes fosilíferos del Telychiense generaron descubrimientos interesantes de graptolitos en los albores de la Paleontología española del Paleozoico (Lorenzo *et al.*, 2009; Gutiérrez-Marco *et al.*, 2012).

## 6 ESTUDIO PALEONTOLÓGICO

### 6.1 INTRODUCCIÓN

Para la presente tesis se han investigado biostratigráficamente numerosas secciones y afloramientos puntuales del Silúrico en un vasto territorio del sector meridional de la Zona Centroibérica española. Los fósiles aparecen conservados en rocas de distinta naturaleza, esencialmente lutitas negras (*ampelitas*, *sapropelitas* o pizarras graptolíticas), a veces silicificadas y, en menor medida, también en areniscas, calizas y nódulos piritosos.

El grupo más abundante y con mayor utilidad bioestratigráfica es el de los graptolitos, de los que se han identificado más de un centenar de especies (118), todas ellas de graptoloideos planctónicos, cuyos aspectos generales y taxonómicos se expresan más abajo y en el capítulo de Sistemática.

Además de los graptolitos, hemos registrado diversos grupos de artrópodos (euriptéridos, trilobites, filocáridos y ostrácodos), moluscos (cefalópodos, gasterópodos y bivalvos), braquiópodos (rinconeliformes y linguliformes), equinodermos (crinoideos), cnidarios, anélidos (macaeridios), cornulítidos, microfósiles (conodontos) y algunos icnofósiles.

Nuestro estudio paleontológico se ha limitado al análisis biostratigráfico de los graptolitos, así como a la identificación taxonómica menos detallada de los restantes grupos, con vistas al análisis paleobiogeográfico que puedan aportar conjuntamente.

### 6.2 GRAPTOLITOS

#### 6.2.1 Graptolitos: características generales y conservación

Los graptolitos se interpretan como un grupo fósil de hemicordados marinos coloniales, cuyo nombre alude al aspecto más habitual que presentan sus fósiles (del gr. *graptós*= escrito, y *lithos*= piedra), si bien en el área de trabajo han sido nombrados incorrectamente como *graptolites*, *graptolitas*, *graptolithas* o *graptolítidos*. Los conocimientos sobre anatomía, paleoecología, posición sistemática y clasificación de los graptolitos (Bates, 1989) han sido actualizados recientemente por Gutiérrez-Marco (2009), por lo que no creemos necesario repetirlos aquí.

El material de graptolitos recogido en el Silúrico de la región surcentroibérica se compone principalmente de formas biserials y uniserials, con algunos casos de formas multiramadas por procesos de cladia tecaes. Los raddosomas se conservan generalmente en estado fragmentario, y como moldes aplastados en pizarras con pérdida del peridermo carbonoso original. El caso más frecuente es su presentación como moldes de tonalidades claras en el seno de pizarras oscuras, donde el hueco dejado por la degradación del raddosoma se rellenó por minerales de arcilla de alteración blanquecina (cloritas, pirofilitas: Lám. 1, figs. 1-5; Lám. 2, figs. 6-7, 12-14). También hay frecuentes casos de conservación de raddosomas como películas carbonosas

aplastadas, que resaltan cuando la matriz arcillosa se altera a colores más claros (blanquecinos, grises o rosados: Lám. 1, fig. 13; Lám. 2, fig. 10). Algo más raros son los rabdosomas de graptolitos que conservan cierto grado del relieve original, hecho relacionado con la precipitación diagenética precoz de pirita por bacterias sulforeductoras, en el hueco interno del esqueleto (Lám. 2, figs. 1, 11). La descomposición posterior de los sulfuros de hierro hace que muchos moldes de graptolitos se conserven limonitizados o “manchados” por óxidos de hierro (Lám. 2, figs. 8-9), o raras combinaciones donde los graptolitos destacan como películas carbonosas brillantes en el seno de una matriz ferruginizada por alteración.

La piritización temprana del rabdosoma de los graptolitos facilita su conservación en relieve en el interior de areniscas y nódulos incluidos en pizarras negras. El primer caso se da con cierta frecuencia en los delgados niveles de areniscas que marcan el techo de la Formación Cuarcita del Criadero y sus equivalentes laterales, donde muchas formas biserials conservan también el peridermo carbonificado o se acumulan sobre los planos de estratificación concentrados y orientados por corrientes, manteniendo un relieve distintivo (Lám. 1, figs. 6-9). Las formas conservadas tridimensionalmente en el interior de los nódulos contenidos en las pizarras negras siempre se hallan en estado de moldes externos, con el interior ausente o sustituido por una masa amorfa arcillosa, más o menos ferruginizada, que constituye un relleno muy posterior. La formación de estos nódulos, cargados de mística popular en algunos sectores como El Centenillo (Jaén: Gutiérrez-Marco *et al.*, 1997b) ha sido interpretada de diversas maneras, desde la hipótesis puramente mineral, por la que los nódulos constituyen masas de pirita autigénica (grandes nódulos de Almadén se exponen de este modo en los jardines del Museo de Ciencias Naturales de Madrid), pasando por varios modos de concrecionamiento diagenético, hasta la hipótesis de que su génesis fue debido al entrapamiento de burbujas de metano poco después de la sedimentación. Sea como fuere, sólo una fracción de los nódulos contenidos en pizarras negras son fosilíferos y de ellos la mayoría de los restos corresponden a cámaras de habitación de nautiloideos ortoconos, siendo mucho menos frecuentes las conchas de bivalvos, braquiópodos u ostrácodos, así como los fragmentos de graptolitos y las piezas o cutículas de artrópodos.

El caso más notable de conservación de graptolitos registrado en la zona de tesis, es el de dos localidades enclavadas en el sinclinal de Almadén, que pertenecen al mismo nivel estratigráfico y presentan idénticas características litológicas. En ambos puntos el nivel fosilífero se sitúa a techo de la Cuarcita del Criadero, en delgadas capas arenosas, micáceas y de tonos oscuros, donde se observan acumulaciones secundarias de pirita, de morfología irregular y origen diagenético. Dentro de ellas, se registran rabdosomas vacíos de graptolitos, que aparecen perfectamente conservados en tres dimensiones (Lám. 2, figs. 8-9; Lám. 3, figs. 1-17). El proceso de fosilización fue descrito por Lorenzo y Gutiérrez-Marco (2009) e implica la mineralización del peridermo graptolítico por pirita frambooidal en una fase muy temprana de la diagénesis, previa a la piritización de la matriz circundante a los rabdosomas. La alteración diferencial de esta pirita masiva frente a la frambooidal de los graptolitos, permitió que el peridermo mineralizado fuera replicado finamente por óxidos de hierro, que contienen una proporción minoritaria de filosilicatos (Lám. 3, figs. 1-17), como revelan los microanálisis EDAX (Fig. 32). Procesos similares de piritización multifásica, análogos a los estudiados, fueron dados a conocer en graptolitos por Underwood & Bottrel



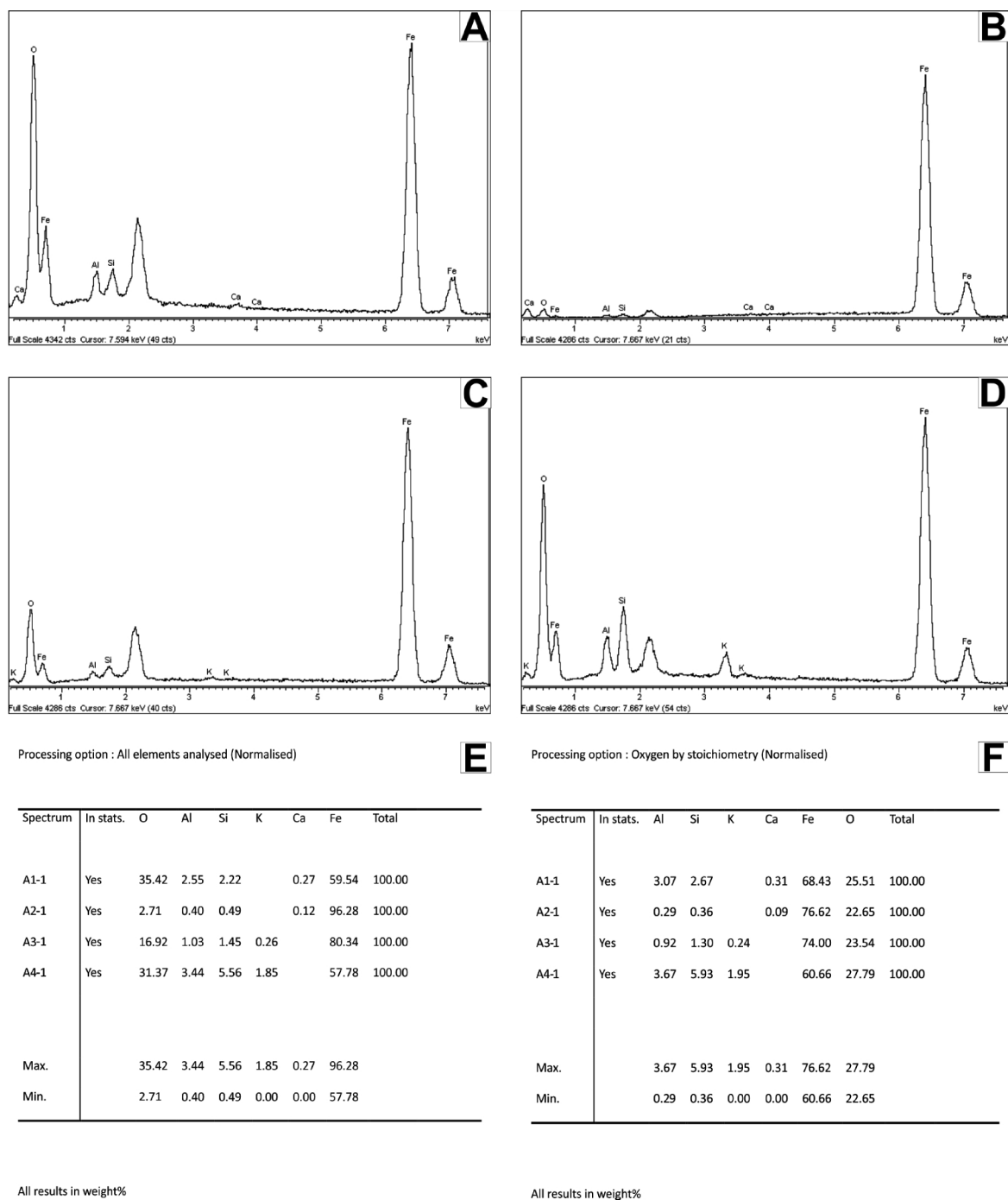
(1994), vinculados a la actividad de microorganismos en ambientes de oxigenación normal, operando con altas tasas de sedimentación que crean condiciones anóxicas en la fase diagenética precoz.

Los únicos casos de conservación de graptolitos en materiales calcáreos se limitan a sendas localidades del Silúrico superior situadas en las proximidades del Puerto Calatraveño y Adamuz (Córdoba), pertenecientes ambas al Dominio Obejo-Valsequillo. Se trata de moldes internos preservados con cierto relieve en calizas y margas, respectivamente, siendo este modo de preservación muy anecdótico en la zona de estudio por la ausencia generalizada de sedimentos calcáreos.

Los rabdosomas de graptolitos encontrados en los planos de estratificación de pizarras y areniscas suelen presentarse aplastados lateralmente o en varios grados de conservación escalariforme. Los últimos son frecuentes en las formas biserials, con visión ventral de las aberturas tecales, lo cual dificulta notablemente la identificación paleontológica. Los rabdosomas contorsionados de cierta anchura (*Spirograptus*, *Torquigraptus*, *Oktavites*, *Cyrtograptus*, etc.) se han observado en ocasiones comprimidos en un solo plano (Lám. 15, *Torquigraptus*, figs. 11, 17; Lám. 16, *Spirograptus*, figs. 1-23; Lám. 17, *Oktavites*, figs. 1, 9-12; Lám. 22, *Cyrtograptus*, fotos 16-17), lo que ha sido descrito como preservación “plástico de cocina” (*clingfilm*), que involucra su recubrimiento por un tapiz bacteriano y su compactación en un solo plano por el peso de los sedimentos que se acumulan progresivamente encima, sin mediación de sedimento intersticial (Jones *et al.*, 2002).

En cuanto a la orientación de los graptolitos en el plano de estratificación, puede variar desde aleatoria (ausencia de energía durante la sedimentación) a orientada por corrientes, formando acumulaciones más o menos densas (Lám 1, figs. 1, 3, 5-7, 11-12). En cualquier caso, la mayoría de los rabdosomas aparecen casi siempre fragmentados y es raro registrar colonias de más de una decena de centímetros y completas en sus dos extremos. La fragmentación de los graptolitos puede haber ocurrido en vida, dentro de ambientes más energéticos (a este respecto hay autores que piensan que la proliferación de colonias estaba motivada por frecuentes casos de regeneración: Urbanek, 1990) o, más probablemente, por la disgregación “postmortem” de los rabdosomas antes, o durante su acumulación definitiva sobre el sedimento. No obstante lo anterior, los ambientes de depósito de las pizarras negras graptolíticas suelen interpretarse como medios euxínicos, siendo este carácter independiente de la profundidad (Storch, 1998a; Finney *et al.*, 2007; Boucot y Chen, 2009). La anoxia estaría vinculada con la presencia de masas de agua estratificada y con fenómenos de sobreabundancia de materia orgánica (“blooms” de microplankton), cuya putrefacción provoca el déficit de oxígeno que impide, entre otros factores, la vida bentónica.

El estudio taxonómico de los graptolitos ha revelado la presencia en la zona de estudio de más de cien especies pertenecientes, al menos, a treinta y tres géneros. Las características y distribución de cada uno de los taxones se detallan en el capítulo de Sistemática. El análisis de la bibliografía regional y las localidades fosilíferas ha permitido descartar varias decenas de taxones mencionados por autores previos en el conjunto de la región surcentroibérica. Entre ellos destaca la monografía póstuma de Hernández Sampelayo (1960), donde se describen e ilustran un total de cuarenta y una especies nuevas para la zona de estudio. Todas ellas se analizan y revisan



**Fig. 32.** A, B, C y D microanálisis por espectroscopía de rayos X con energía dispersiva (EDAX) realizados en el material fosilizante del yacimiento de la Loc. 49 (Los Toriles, Fm. Cuarcita del Criadero del sinclinal de Almadén). E y F representan la composición química porcentual correspondiente a las muestras A-D.

taxonómicamente en un apartado específico, dentro de la sección dedicada a la Sistemática paleontológica, que concluye en proponerlas como *nomina oblita*.

### 6.2.2 Sistemática de graptolitos

Con objeto de fundamentar las identificaciones y datos bioestratigráficos derivados de los graptolitos, en este capítulo presentamos y comentamos sumariamente los taxones encontrados, junto con su marco sistemático, la revisión de sinonimias centroibéricas y la distribución detallada (geográfica y bioestratigráfica) de cada uno. En el listado de sinonimias se incluyen algunas más, junto con las de la zona de estudio, que constituyen descripciones de referencia de la especie, tanto la de la especie tipo como las de las publicaciones más destacables.

Para la clasificación supragenérica de los graptolitos hemos seguido los últimos avances impuestos por Mitchell *et al.* (2007, 2013), Štorch *et al.* (2011) y Melchin *et al.* (2011), fundados principalmente en los modelos astogenéticos de Mitchell (1987) y Melchin (1998). Los antiguos órdenes “Diplograptina” y “Monograptina” de Lapworth (1880), enmendados por Bulman (1970), fueron innecesariamente agrupados con el nombre “Virgellina” (Fortey & Cooper, 1986), que reúne a todos los “diplogrptoideos” (= axonóforos). La clasificación cladística de Maletz *et al.* (2009) se halla aún en un estado incompleto de desarrollo y por eso no ha sido adoptada enteramente en este trabajo, en especial a nivel de división (Pan-graptoloidea), subdivisión (Graptoloida), supercohorte (Eugraptoloida), cohorte (Pan-reclinata), subcohorte (Reclinata) y superorden (Pan-reclinata), a fin de brindar estabilidad a la jerarquía linneana.

La nomenclatura abierta utilizada sigue las recomendaciones de Matthews (1973), Lucas (1986) o Bengtson (1988). Para la elaboración de las listas de sinonimias se ha adoptado el procedimiento de Matthews (1973), con las actualizaciones conceptuales recogidas en la cuarta edición del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (año 2000, accesible en Internet).

**Phylum HEMICHORDATA Bateson, 1885**

**Clase PTEROBRANCHIA Lankester, 1877**

**Subclase GRAPTOLITHINA Bronn, 1846; emend. Mitchell, Melchin, Cameron & Maletz, 2013**

**Orden BIRECLINATA Maletz, Carlucci & Mitchell, 2009**

**Suborden AXONOPHORA Frech, 1897; emend. Maletz, Carlucci & Mitchell, 2009**

**Infraorden NEOGRAPTINA Štorch, Mitchell, Finney & Melchin, 2011**

**Familia (parafilética) NORMALOGRAPTIDAE Štorch & Serpagli, 1993; emend. Melchin *et al.*, 2011**

**Género *Normalograptus* Legrand, 1987, emend. Melchin *et al.*, 2011**

Especie tipo: *Climacograptus scalaris* var. *normalis* Lapworth, 1877, de Irlanda.

***Normalograptus scalaris* (Hisinger, 1837)**

(Lám. 2, figs. 8-9; Lám. 3, figs. 1-17)

- \*1837 *Prionotus scalaris* Hisinger. pp. 113-114; Lám. 35, fig. 4.
- ?1962 *Climacograptus scalaris*, (Hisinger); Almela *et al.*, pp. 213, 220 y 246.
- ?1971a *Climacograptus scalaris* (Hisinger); Saupé, p. 144.
- non 1972 *Climacograptus scalaris* (Hising.); Tamain, p. 303; Lám. 15, fig. 4.
- .1972 *Climacograptus scalaris* (Hisinger); Rickards, pp. 271-276; Figs. 2, 3, 5.
- ?1987 *Climacograptus* cf. *scalaris* (Hisinger); Martín Herrero *et al.*, p. 21.
- ?1988 “*Climacograptus*” *scalaris scalaris* (Hisinger); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 92.
- ?1991 *Climacograptus scalaris* (Hisinger); Kappes, p. 58.
- .1993a *Metaclimacograptus scalaris* (Hisinger); Loydell, pp. 55-57; Figs. 11 (7, 8, 15, 29, 30); Lám. 1, fig. 13.
- .2009 *Normalograptus scalaris* (Hisinger); Loydell & Maletz, pp. 274, 276, 278; Figs. 1A, 2A-B; Lám. 1-2.

*Observaciones:* La mayor parte del material relacionado con esta especie consiste en fragmentos de rabdosomas conservando su región proximal, y conservados en tres dimensiones como réplicas pseudomorfas en óxidos de hierro de la pirita original. La parte proximal presenta gruesos espesamientos corticales, que cubren también las caras laterales del rabdosoma y dejan ver el tejido fuselar únicamente en la porción supragenicular de algunas tecas. Las tecas alternan claramente en la región proximal y tiene un pronunciado reborde apertural. Estas características, unidas a las dimensiones generales de la colonia, resultan muy similares a las del material de *N. scalaris* ilustrado por Loydell & Maletz (2009). El modo tan particular de preservación de los ejemplares

estudiados ha sido descrito en el apartado de tafonomía, lo mismo que los efectos de un posible parásito sobre uno de los rabdosomas (Lám. 3, figs. 13-14).

*Distribución.* *Normalograptus scalaris* es una especie cosmopolita, abundante en el Aeroniense (Biozona de *Lituigraptus convolutus*), cuyos últimos representantes se registran en el Telychiense (Base de la Biozona de *S. turriculatus*). El material estudiado procede de dos localidades situadas en la parte superior de la Fm. Cuarcita del Criadero en ambos flancos del sinclinal de Almadén (Loc. 49 y nivel AL AM-1). Dado que en estos yacimientos la especie no aparece asociada con ningún otro graptolito, su edad puede estimarse como Aeroniense por correlación con otras localidades de dicha edad encontradas en una posición estratigráfica comparable.

### ***Normalograptus cf. rectangularis* (McCoy, 1850)**

cf.\*1850 *Diplograptus rectangularis* McCoy; p. 271.

?1971b *Climacograptus cf. rectangularis* (McCoy); Saupé, p. 362.

vp1996b *Normalograptus cf. rectangularis* (McCoy); García Palacios *et al.*, p. 20; Figs. 2A-D.

*Observaciones:* Nuestro material comprende numerosos rabdosomas de 2-4 cm de longitud y 2 mm de anchura mesio-distal. El extremo proximal es afilado y se prolonga en una virguela fina de hasta 3 mm de longitud. El número de tecas en la parte distal es 10 (raramente 11) en 10 mm. Aunque la conservación de los ejemplares en areniscas y limolitas no permite apreciar los detalles, el extremo proximal es claramente biserial y, por tanto, fácil de distinguir del de *Rhaphidograptus toernquisti* (Elles & Wood), con el que se presenta asociado, y cuyo rabdosoma tiene unas dimensiones similares. Un ejemplar de Corral de Calatrava presenta una virguela ancha, comparable a la de *Normalograptus balticus* (Pedersen). Dicha especie es exclusiva del Rhuddaniense y, por tanto, más antigua que los niveles estudiados, por lo que el engrosamiento cortical de la virguela de nuestro ejemplar debe de ser secundario o de tipo patológico.

Como alternativa a su comparación con *N. rectangularis*, nuestro material recuerda mucho a *N. beechillensis* Melchin, 2007, del Aeroniense medio de Canadá y el Sáhara argelino. Sin embargo el estado de conservación no permite apreciar la existencia de aperturas introvertidas con los suaves lóbulos laterales característicos de esta especie.

*Distribución:* *Normalograptus cf. rectangularis* ha sido identificado en niveles aeronienses previos a la aparición local de *Campograptus lobiferus*, en secciones de la parte superior de la Fm. Cuarcita del Criadero de los sinclinales de Corral de Calatrava (CC GU JA-7 y 8) y Almadén (AL LP-1), que no pueden ser asignados a ninguna biozona concreta. En la sección de la confluencia de los ríos Guadiana y Jabalón, *N. cf. rectangularis* continúa representado en los niveles de tránsito entre la Fm. Cuarcita del Criadero y las pizarras negras telychienses. Estos corresponden al Aeroniense por la presencia *Campograptus lobiferus* y *Neolagarograptus?* sp., comunes en las biozonas de *Pribylograptus leptotheca* y *Lituigraptus convolutus* (Štorch, 1998c; Zalasiewicz *et al.*, 2009). Sin embargo, el auténtico *N. rectangularis* no se ha descrito nunca por encima de la Biozona de *Demirastrites triangulatus*, aunque el material de Corral es completamente semejante por sus dimensiones y por la morfología típicamente afilada del extremo proximal.

### *Normalograptus? sp.*

**Observaciones:** Con esta denominación identificamos un número reducido de ejemplares de pequeñas dimensiones (rabdomas de menos de 2 cm de longitud y alrededor de 1,4 mm de anchura), que carecen del extremo proximal afilado de *N. cf. rectangularis* (McCoy), con el que se presenta asociado en los niveles aeronienses de las localidades CC GU JA-7-8 y AL LP-1. La base redondeada del rabdoma, provisto de una pequeña virguela, sus caras paralelas y un número de tecas proximales relativamente alto (14 en 10 mm) recuerda a algunas especies abundantes en el Rhuddaniense, como *N. medius* (Törnquist). También en algunos casos a la forma aeroniense *N.? inornatus* Štorch. Sin embargo, la mala conservación del material estudiado impide observar el septo central y los detalles tecales, por lo que lo identificamos en nomenclatura abierta.

### **Género *Metaclimacograptus* Bulman & Rickards, 1968, emend. Melchin *et al.*, 2011**

Especie tipo: *Diplograpsus Hughesi* Nicholson, 1869, del Llandovery del Lake District, Gran Bretaña.

#### ***Metaclimacograptus asejradi* Legrand, 1993**

(Lám. 4, figs. 1-13, 21)

- ?1931 *Climacograptus bohemicus* Perner; Habermelner, pp. 44-45, Lám. 1, figs. 4a, b (Trad. B. Meléndez, 1952; pp. 63-64; Figs. 4a-b).
- ?1931 *Climacograptus hughesi* (Nicholson); Habermelner, pp. 45-46, Lám. 1, fig. 5 (Trad. B. Meléndez, 1952; pp. 64-65; Fig. 5).
- ?1931 *Climacograptus phrygionius* Törnquist; Habermelner, p. 46, Lám. 1, figs. 6a, b (Trad. B. Meléndez, 1952; pp. 65-66; Figs. 6a-b).
- ?1961 *Climacograptus bohemicus*; Márquez Triguero, p. 195.
- ?1962 *Climacograptus hughesi*, (Nicholson); Almela *et al.*, pp. 220, 240.
- ?1972 *Climacograptus scalaris* (Hising.); Tamain, p. 303; Lám. 15, fig. 4.
- ?1976 *Climacograptus hughesi* Nich; Lozac'h & Vidal, p. 33.
- v.1989 *Paraclimacograptus* sp.; Rodríguez Núñez *et al.*, Lám. 1, fig. 5.
- \*1993 *Metaclimacograptus* (?) *asejradi* Legrand, p. 423, Figs. 5e-f.
- v.1998 *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* Legrand; Gutiérrez-Marco & Štorch, pp. 87-88; Figs. 10e-f.
- v.1998 *Metaclimacograptus asejradi* Legrand; Štorch *et al.*, p. 320.
- v.1998b *Metaclimacograptus asejradi* Legrand; Štorch, pp. 114-115; Fig. 3 (9); Lám. 1, fig 1.

**Observaciones:** El material comprende rabdomas pequeños (10-11 mm de longitud) de caras paralelas y máximo de 1,4 mm de anchura. El extremo proximal es redondeado y de la sícula parte una pequeña virguela. Las tecas muestran una doble curvatura sigmoide prominente, con un genículo anguloso, y su número en 10 mm varía entre 11,5 y 14. El septo central subangular no se conserva en ninguno de los ejemplares, pese a lo

cual su perfil y dimensiones son idénticos al material piritizado de comparación procedente de Checa (Guadalajara) y recogido en los mismos horizontes estratigráficos.

La especie *M. asejradi* es el climacograptido más común en los niveles del Telychiense basal ibérico. En la zona de estudio se distingue por sus dimensiones, genículos pronunciados y ausencia de espinas tecaes, caracteres fácilmente reconocibles en material aplastado. Es por ello que en sinonimias previas aparece confundido con las especies *Metaclimacograptus bohemicus* (Perner, 1897), *M. hughesi* (Nicholson, 1869) y *M. phrygionius* (Törnquist, 1890), que fueron ilustradas por Haberfelner (1931) y retomadas por algunos autores posteriores. El ejemplar de *Paraclimacograptus* sp. de la Biozona de *Rastrites linnaei*, ilustrado por Rodríguez Núñez *et al.* (1989, lám. 1, fig. 5) se incluye también en *M. asejradi*, toda vez que carece de auténticas espinas geniculares.

*Distribución:* *M. asejradi* es común en la parte alta de la Biozona de *Rastrites linnaei* (Subzona de *Parapetalolithus hispanicus*) del Telychiense basal, así como en la parte inferior de la Biozona de *S. turriculatus* de España, Libia y Argelia (Legrand, 1993; Štorch, 1998b; Štorch & Massa, 2003). También ha sido citado con dudas en el Llandovery de la Precordillera argentina (Biozona de *S. turriculatus* o de *Streptograptus crispus*: Lenz *et al.*, 2003). En la zona de trabajo ha aparecido dentro de los mismos niveles en las secciones de Guadarranque [nivel NP-A-1a (= PN-1 de Rodríguez Núñez *et al.*, 1989)] y Corral de Calatrava (niveles CO-2, CO-3, CO-4A, CO-4, CC GJ-14, CC GJ-15, todos cf., y CC JA-1), en la zona de Almadén (El Entredicho, Loc. 18), en las secciones de Guadalmez Norte (niveles cf. GM GN-1, cf. GM GN-3) y estación de Chillón (niveles cf. CHE-3, cf. CHE-4) y en la hoja MAGNA 863 (Aldeaquemada, Muestra M-9816), de Sierra Morena oriental.

### ***Metaclimacograptus flamandi* (Legrand, 1993)**

(Lám. 2, fig. 7; Lám. 4, figs. 14-20, 22-27)

- ?1976 *Climacograptus innotatus brasiliensis* Ruedeman; Lozac'h & Vidal, p. 33
- ?1976 *Climacograptus innotatus brasiliensis* Ruedeman; Blachère, pp. 41, 42.
- .1987 *Climacograptus innotatus* Nicholson; Martín Herrero *et al.*, p. 21.
- .1987 *Climacograptus* aff. *innotatus* (Nicholson); Martín Herrero *et al.*, p. 21.
- ?1987 *Orthograptus?* aff. *insectiformis* Nicholson; Martín Herrero *et al.*, p. 21.
- .1988 *Paraclimacograptus* n. sp. aff. *P. innotatus* (Nicholson); Portero *et al.*, p. 25.
- .1989 *Climacograptus innotatus brasiliensis* Ruedeman in Maury; Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93.
- ?1989 *Orthograptus insectiformis* (Nich.); Puche, foto p. 429.
- \*1993 *Normalograptus* (?) *flamandi* Legrand, p. 421; Figs. 5c-d.
- .1998b *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand); Štorch, p. 116; Figs. 3 (7-8); Lám. 1, fig. 3.
- .1998 *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand); Štorch *et al.*, p. 320.
- ?2005b *Metaclimacograptus* sp. 1; Lorenzo *et al.*, p. 41.
- .2005b *Paraclimacograptus innotatus brasiliensis* (Ruedeman); Lorenzo *et al.*, p. 41.

*Observaciones:* Esta especie es la forma biserial más abundante del Silúrico surcentroibérico, observada a veces en concentraciones monoespecíficas que concentran miles de rabdosomas, como las que se reconocen en niveles estratigráficos sucesivos por los sinclinales de Almadén y Guadalmez.

El rabdosoma de este graptolito es estrecho (1,45-1,9 mm de anchura máxima) y de caras paralelas, pudiendo alcanzar una longitud de hasta 3 cm y terminar distalmente en una corta vírgula. El extremo proximal es afilado y de aspecto normalográpido asimétrico, con patrón de tipo H. La sícula termina en una pequeña virguela. El septo central se extiende a todo lo largo del rabdosoma y tiene un trazado ondulado. Las tecas posteriores al primer par tienen una doble curvatura sigmoide y tienen una pared supragenicular corta que discurre paralela al eje de la colonia. Las aperturas tecales se muestran netamente evertidas, y prolongan su margen dorsal en un reborde que adquiere el aspecto de una espina en vista lateral. Este reborde se proyecta en ángulo recto con respecto a la pared supragenicular de la teca siguiente, dando la falsa impresión de la existencia de espinas geniculares. El número de tecas varía de 12 a 16 en 10 mm.

En la Zona Centroibérica *M. flamandi* es una especie fácil de reconocer por sus dimensiones y características tecales, en especial por la alternancia de sus aperturas y por sus notorias prolongaciones supra-aperturales, que le brindan un falso aspecto espinoso. Precisamente por este último carácter, este graptolito fué confundido con representantes del género *Paraclimacograptus*, que es mucho más antiguo: en este sentido, las citas ibéricas de *P. innotatus* (Nicholson, 1869) o de *P. brasiliensis* (Ruedeman, 1947) corresponden siempre a *M. flamandi*.

*Distribución:* Hasta el trabajo de Melchin (2007), se creía que *Metaclimacograptus flamandi* era una forma típicamente peri-gondwánica del Telychiense, cuyo primer registro se sitúa en la Biozona de *Spirograptus turriculatus*, para ser abundante en las biozonas de *Streptograptus crispus*, *Monoclimacis griestoniensis* y parte baja de la de *Torquigraptus tullbergi*. Su último registro, de carácter puntual, parece ubicarse en la Biozona de *Cyrtograptus lapworthi* (Loc. PT RE-11). Los principales hallazgos de la especie corresponden al norte de África (Argelia y Libia: Legrand, 1993; Štorch y Massa, 2003, 2007) y suroeste de Europa (España, Portugal y Francia: Štorch, 1998a). Melchin (2007) cita el primer registro de la misma fuera de Gondwana, en materiales del Telychiense medio de Nueva Escocia (perteneciente a la Provincia Circumecuatorial de graptolitos), lo cual plantea dudas tanto sobre el valor paleobiogeográfico que se le había atribuido, como sobre su correcta identificación en Canadá (una cita sin ilustración).

En la zona de trabajo *M. flamandi* aparece ampliamente representado en los sinclinales de Corral de Calatrava, Almadén, Puertollano, Guadalmez; flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches y en Sierra Morena oriental. En el sinclinal de Corral de Calatrava aparece en los niveles CO-5/7, CO-6, cf. CO-7b, CO-7, CO-8A, CO-8, CO-9, CO-10 de la sucesión del río Jabalón y en la localidad CC JA-2 de la sucesión de Puente Morena. En el sinclinal de Almadén aparece en la sucesión del arroyo del Lápiz (niveles AL LP-B, AL LP-C, AL LP-D, AL LP-E), en la localidad AL-193 y en la mina de Almadén. En el sinclinal de Guadalmez aparece en las secciones de Guadalmez Norte (nivel GM GN-2) y Estación de Belalcazar (niveles EB-0, EB-1, EB-1T) y en la localidad Loc. 33 (cantera Los Pedroches). En el sinclinal de Puertollano, se registra cerca de Brazatortas (localidad PT OB-3) y en los alrededores de Retamar (niveles PT RE-10 y PT RE-11 de



la sucesión de Retamar). En el flanco norte del sinclinorio de Pedroches en la zona de San Benito (niveles SB PQ-1 a 5, SB PQ-12, SB PQ-15 a 17), cerca de Santa Eufemia (provincia de Córdoba) [niveles GM PO (CENT), GM PO (S), GM PO, GM PO (NOR)] y en El Centenillo (Jaén) (niveles EC SE-2G, EC SE-3G, EC SE-4G, EC SE-5G, EC SE-6G). En Sierra Morena oriental está representado en la provincia de Jaén, en las hojas MAGNA 862 (Santa Elena, muestras M-9803, M-9805 y M-9806) y 863 (Aldeaquemada, M-9817).

### **Género *Rhaphidograptus* Bulman 1936, emend. Melchin *et al.*, 2011**

Especie tipo: *Climacograptus Törnquisti* Elles & Wood, 1906, del Llandovery de Escocia.

#### ***Rhaphidograptus toernquisti* (Elles & Wood, 1906)**

(Lám. 5, figs. 1-10, 12-17)

- \*1906 *Climacograptus Törnquisti* sp. nov.; Elles & Wood, pp. 190-191; Figs. 123a-b; Lám. 26, figs. 6a-f.
- .1975 *Rhaphidograptus toernquisti* (Elles & Wood); Bjerreskov, pp. 43-44; Lám. 6, figs. C-D.
- .1977 *Rhaphidograptus toernquisti* (Elles & Wood); Rickards *et al.*, p. 102; Fig. 8h; Lám. 1, figs. 1-2; Lám. 2, fig. 1.
- vp1996b *Normalograptus cf. rectangularis* (McCoy); García Palacios *et al.*, p. 20.

*Observaciones:* Rabdosomas delgados, de 3 cm de longitud y 2 mm de anchura máxima, prolongados en vírgula y virguela largas. Su región proximal es afilada y característicamente asimétrica, formada por una porción uniserial restringida a una sola teca, que deja libre la sícula en gran parte de su longitud sobre la cara izquierda de la colonia (en vista anversa). Alrededor de 10 tecas en 10 mm en el rabdosoma maduro. Pese a su mala conservación general, el material estudiado se adscribe claramente a la especie *R. toernquisti* por los caracteres descritos, en especial por el carácter inicial uniserial de la colonia y la forma afilada de la misma.

*Distribución:* La especie está ampliamente difundida en el intervalo de la Biozona de *Cystograptus vesiculosus* del Rhuddaniense a la Biozona de *Lituigraptus convolutus* del Aeroniense. Sus últimos representantes se localizan en la parte baja de la Biozona de *Stimulograptus sedgwickii*. En la región estudiada, *R. toernquisti* se localiza en el techo de la Fm. Cuarcita del Criadero y en su tránsito a las pizarras negras suprayacentes, dentro de niveles aeronienses de adscripción imprecisa, en algunas secciones de los sinclinales de Corral de Calatrava (niveles CC GU JA-7, 8, 9? y 10), Almadén (nivel AL LP-1) y Guadalmez: loc. CHE-(-1). La presencia de la especie en los horizontes CC GU JA-7-8 había sido entrevista por García Palacios *et al.* (1996), quienes optaron por referirlos a *Normalograptus cf. rectangularis*. Sin embargo, el hallazgo de nuevos ejemplares que conservaban el extremo proximal, permitió identificar la concurrencia de ambos géneros en estas localidades.

## Género *Pseudoglyptograptus* Bulman & Rickards, 1968

Especie tipo: *Glyptograptus* (*Pseudoglyptograptus*) *vas* Bulman & Rickards, 1968, del Llandovery del norte de Inglaterra.

### *Pseudoglyptograptus?* sp.

(Lám. 2, fig. 11)

v?1988 *Pseudoglyptograptus vas* (Bulman & Rickards); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco Velasco, p. 92.

*Observaciones:* El único ejemplar estudiado consiste en un molde interno en relieve procedente de la parte superior de la Cuarcita del Castellar (= Criadero) en el sondeo Fabriquilla 4 de El Centenillo (Jaén), que fue identificado originalmente como *Pseudoglyptograptus vas* por Gutiérrez-Marco y Pineda Velasco (1988). La revisión del mismo ejemplar, carente del extremo proximal, permite reconocer un septo central rectilíneo, tecas con doble curvatura sigmoide y apertura evertida, que recuerdan considerablemente al material tipo de la especie citada (Bulman & Rickards, 1968). Dicha especie procede de niveles relativamente bajos del Aeroniense (Biozonas de *Demirastrites triangulatus* y *D. simulans*), anteriores a la Biozona de *L. convolutus*, a la que corresponden los graptolitos silúricos más antiguos encontrados en la parte española de la región surcentroibérica. En Portugal una unidad semejante (Formación Vale da Ursa) contiene graptolitos rhuddanienses (Brenchley *et al.*, 1991), por lo que en principio la presencia de niveles graptolíticos previos a la Biozona de *L. convolutus* no sería descartable. Las restantes especies del género (*P. rhayaderensis*, *P. barriei*, *Pseudoglyptograptus* spp.) no suelen alcanzar la Biozona de *L. convolutus* (Rickards, 1972; Melchin, 1989; Zalasiewicz & Tunnicliff, 1994; Koren & Rickards, 1996; Zalasiewicz *et al.*, 2009). El problema es que, de acuerdo con Gutiérrez-Marco y Pineda Velasco (1988), el horizonte con *P. vas* de El Centenillo se ubica en el mismo sondeo 50 cm por encima de otro con abundantes graptolitos (nivel de 84,27 m). En éste, los autores identificaron una asociación del Aeroniense inferior que, tras nuestra revisión, podría tener una edad Telychiense. En este sentido, las formas identificadas como *Atavograptus atavus* por Gutiérrez-Marco y Pineda Velasco (1988) parecen corresponder a un *Pristiograptus* del Telychiense temprano (*P. pristinus?*), *Monograptus intermedius* con dudas a *M. gemmatus* y *M. cf. pseudoplanus* a *Torquigraptus planus*. Sin embargo, la identidad genérica de *Ps. vas* podría confirmarse por su morfología tecal tan característica, y este género proseguir su registro esporádico en el Telychiense basal. Ello obligaría a disponer de mejores ejemplares que conserven la parte proximal y el exterior del rabdosoma, dado que ciertas especies de *Pseudoglyptograptus* pueden llegar a confundirse con otros graptolitos como *Cystograptus penna* o con moldes internos de *Normalograptus scalaris* (Loydell y Maletz, 2009).

**Superfamilia RETIOLITOIDEA Lapworth, 1873, emend. Melchin *et al.*, 2011**

**Familia RETIOLITIDAE Lapworth, 1873, emend. Melchin *et al.*, 2011**

**Subfamilia (parafiletica) PETALOLITHINAE Bulman, 1955, emend. Melchin *et al.*, 2011**

**Género *Parapetalolithus* Koren & Rickards, 1996**

Especie tipo: *Parapetalolithus dignus* Koren & Rickards, 1996, del Telychiense del sur de los Urales.

***Parapetalolithus* cf. *altissimus* (Elles & Wood, 1908)**

- cf.\*p1908 *Petalograptus altissimus* sp. nov. Elles & Wood, pp. 281-282; Lám. 32, figs. 7a, c (non b-d, Fig-text. 194c (non a, b)).
- ?1926 *Petalograptus altissimus* Elles & Wood; Hernández Sampelayo, p. 437.
- ?1931 *Petalograptus altissimus*; Elles & Wood; Habermelner, p. 48; Lám. 1, fig. 9 (Trad. B. Meléndez, 1952; p. 70; fig. 9).
- non1960 *Petalograptus altissimus*, Elles & Wood; Hernández Sampelayo, p. 39; Lám. 18, figs. 15, 16, 18, 19; Lám. 19, fig. 1.
- ?1961 *Petalograptus altissimus*; Márquez Triguero, p. 195.
- ?1976 *Petalograptus altissimus* Elles & Wood; Lozac'h & Vidal, p. 33.
- ?1988 *Petalograptus altissimus* Elles & Wood; Portero *et al.*, p. 25.
- non1989 *Petalograptus altissimus* Elles & Wood; Rodríguez Núñez *et al.*, p. 91; Lám. 1, figs. 6, 8.
- cf.1993a *Petalolithus altissimus* (Elles & Wood); Loydell, pp. 37-39; Figs. 12 (7, 16, 17).
- .1998 *Parapetalolithus* cf. *altissimus* (Elles & Wood); Štorch *et al.*, p. 320.
- cf.2009 *Parapetalolithus altissimus* (Elles & Wood); Zalasiewicz *et al.*, p. 817.

*Observaciones:* bajo esta denominación incluimos diversos ejemplares procedentes de escasas localidades, cuyo rhabdosoma tiene un aspecto muy similar al de *P. hispanicus*, del que se diferencia por tener una porción proximal menos afilada y unas tecas más espaciadas (10 en 10 mm) e inclinadas, con aberturas evertidas.

*Distribución:* La forma nominal se extiende desde el límite de las biozonas de *Spirograptus guerichi*-*S. turriculatus* hasta la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*, ambas del Telychiense. El material centroibérico relacionado con la especie procede de las biozonas de *S. turriculatus* y *M. griestoniensis* en los sinclinales de Corral de Calatrava (niveles CO-4, CO-4/4A, CO-4A, CO-6), Almadén (mina) y flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches (GM PO (S), GM PO).

***Parapetalolithus elongatus* (Bouček & Příbyl, 1941)**

- ?1931 *Glyptograptus* cf. *tamariscus* (Nicholson); Haberfelner (trad. B. Meléndez, 1952; pp.67-69; Fig. 8).
- \*1941 *Petalolithus elongatus elongatus* n. sp. Bouček & Příbyl, pp. 7-9; Figs. 2 (1-5); Lám. 2, figs. 1, 2.
- .1971 *Petalolithus* (*Pet.*) *elongatus* Bouček & Příbyl; Schauer, p. 46; Lám. 12, figs. 1-3; Lám. 15, figs. 4-7.
- .1992 *Petalolithus elongatus* Bouček & Příbyl; Loydell, pp. 41-42; Fig. 12 (9).
- .1996b *Petalograptus elongatus* Bouček & Příbyl; García Palacios *et al.*, p. 17.
- cf.2005b *Petalograptus* cf. *elongatus* (Bouček & Příbyl); Lorenzo *et al.*, p. 41.
- .2009 *Parapetalolithus elongatus* (Bouček & Příbyl); Zalasiewicz *et al.*, pp. 817, 832.

*Observaciones:* Nuestro material se compone de fragmentos mal conservados de un radosoma muy alargado y estrecho, de anchura casi uniforme (1,8-1,9 mm). Las tecas son simples, con una inclinación de 20 a 35° y apertura levemente evertida. 10 a 12 tecas en 10 mm.

*Distribución:* La especie tiene una distribución geográfica amplia (Europa, Asia, Norteamérica) y se encuentra acantonada en la Biozona de *Rastrites linnaei*, del Telychiense inferior. En la zona estudiada, su rango abarca desde la Sub-biozona de *Paradiversograptus runcinatus*-“*Monograptus*” *gemmatus* a la Sub-biozona de *Parapetalolithus hispanicus*, en los sinclinales de Corral de Calatrava (Sucesión del río Jabalón: CO-3 y sucesión de la confluencia de los ríos Guadiana y Jabalón: CC GU JA-12, CC GJ-15) y Guadalmez (Sucesión de la estación de Chillón: CHE-2, CHE-3).

***Parapetalolithus hispanicus* (Haberfelner, 1931)**

(Lám. 6, figs. 1-6, 8)

- \*1931 *Petalograptus hispanicus* n. sp. Haberfelner, pp. 49-50; Lám. 1, figs. 11 a-d (Trad. B. Meléndez, 1952; pp. 72-73; figs. 11a-d).
- ?p1931 *Petalograptus* sp. *b* (aff. *P. hispanicus*?); Haberfelner, p. 51; Lám. 1, figs. 13a-c (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 73-75; Figs. 14a-b; non? fig. 14c).
- ?1931 *Petalograptus* sp. *c* (aff. *P. palmeus*, var. *tenuis* Barr.); Haberfelner, p. 51; Lám. 1, fig. 14 (Trad. B. Meléndez, 1952; p. 75; Fig. 13).
- non1960 *Petalograptus hispanicus*, Haberfelner; Hernández Sampelayo, p. 39; Lám. 18, figs. 21, 22, 23, 25.
- ?1961 *Petalograptus hispanicus*; Márquez Triguero, p. 195.
- v.1989 *Petalolithus* cf. *conicus* Bouček; Rodríguez Núñez *et al.*, p. 91; Lám. 1, fig. 7.
- pv.1989 *Petalograptus altissimus* Elles & Wood; Rodríguez Núñez *et al.*, p. 91, Lám.1, fig. 6 (non fig. 8).
- v.1989 *Petalograptus* cf. *ovatus ovatus* (Barrande); Rodríguez-Núñez *et al.*, p. 91; Lám. 1, fig. 9.

- .1992 *Petalolithus conicus* Bouček; Loydell, pp. 39-40; Figs. 12 (8, 18-21); Lám. 2, fig. 1.
- .1992 *Petalolithus hispanicus* (Haberfelner); Loydell, pp. 44-45; Figs. 12 (1, 2).
- .1998b *Parapetalolithus hispanicus* (Haberfelner); Štorch, pp.116-117; Fig. 3 (2); Lám. 1, fig.6.
- .1998 *Parapetalolithus hispanicus* (Haberfelner); Štorch *et al.*, p. 320.
- 2005b *Petalograptus hispanicus* Haberfelner; Lorenzo *et al.*, p. 41.

*Observaciones:* *Parapetalolithus hispanicus* es uno de los primeros graptolitos silúricos descritos sobre material español, que alcanzaron distribución internacional. La especie fue descubierta y descrita en la mina de Almadén por Haberfelner (1931), a partir de material recolectado por Henke & Hundt (1926). Su diagnosis fue revisada más tarde por Bouček & Příbyl (1941), quienes seleccionaron un lectotipo a partir de las ilustraciones originales de Haberfelner (1931, lám. 1, fig. a). Los autores checos asignaron la especie a la Biozona de *Rastrites linnaei*, de acuerdo con la documentación bioestratigráfica derivada de su descubrimiento en Bohemia. Posteriormente la especie fue citada en China y Gran Bretaña, pero su revisión más actualizada, con material español, se debe a Štorch (1998b). Este autor considera a “*Petalograptus conicus*” Bouček, 1932 y a “*Diplograptus (Orthograptus) kwantungensis*” Sun (en Chang & Sun, 1947) como sinónimos posteriores de *P. hispanicus*. Loydell (1992) había descrito, previamente y con detalle, *P. conicus* y *P. hispanicus* como dos especies distintas. La sinonimia entre ambas fue aceptada finalmente por Zalasiewicz *et al.* (2009, pp. 817 y 832). Štorch (1998b, p. 118) considera también a “*Petalolithus giganteus*” Bouček & Příbyl 1941 como un probable sinónimo posterior de *P. hispanicus*, tras analizar el material tipo, altamente deformado, de este taxón bohémico, que procede igualmente de la Biozona de *Rastrites linnaei*.

*Parapetalolithus hispanicus* es una especie distintiva, con un rabdosoma robusto de extremo proximal afilado, que alcanza 2,5-3,4 mm de anchura a nivel de los pares tecales 9-11. El supuesto aislamiento tecal propugnado por Haberfelner (1931, lám. 1, figs. 11b-c) no ha sido observado en nuestro material ni en el descrito por otros autores previos. La especie presenta ciertas dificultades de reconocimiento: cuando en una misma localidad aparecen rabdosomas en distintos estadios astogenéticos, los más jóvenes (con crecimiento incompleto de las tecas mesiales) se asemejan a formas adultas de otros taxones menos robustos. Ello explica la aparente diversidad del género en la mina de Almadén (Haberfelner, 1931, muestras 2, 15 y 16) y en el sinclinal del Guadarranque (Localidad PN-1 de Rodríguez Núñez *et al.*, 1989). En ambos puntos se han ilustrado ejemplares con un nematulario distal semejante al de *P. palmeus* y *P. meridionalis*, que con seguridad no pertenecen a una segunda especie.

*Distribución:* *Parapetalolithus hispanicus* (= *P. conicus* Bouček) está ampliamente distribuido en la Biozona de *Rastrites linnaei*, del Telychiense más bajo, y equivalentes de Europa, Asia, norte de África y Norteamérica. Sus primeros representantes (*P. cf. hispanicus*) podrían debutar en la Sub-biozona de *Paradiversograptus runcinatus*-“*Monograptus*” *gemmatus* o en la Sub-biozona de *Parapetalolithus palmeus* de ciertas localidades centroibéricas (Guadalmaz CHE-2 y Almadén 18). Sin embargo, el apogeo de la especie corresponde a la sub-biozona homónima (de *P. hispanicus*) que se desarrolla, dentro del área de estudio, en los sinclinales de Guadarranque [81-Ci-2, PN-1 (= NP-A-1a)], Corral de Calatrava (CO-2, cf. CO-3), Almadén (Haberfelner, 1931) y

Guadalmez (GM GRE), así como en Sierra Morena oriental (hoja MAGNA 863, Aldeaquemada, M-9816).

***Parapetalolithus linearis* (Bouček & Příbyl, 1941)**

\*1941 *Petalolithus elongatus linearis* n. var. Bouček & Příbyl, pp. 9-10; Figs. 2 (6-7).

*Observaciones:* El material estudiado procede de una sola localidad y consiste en fragmentos de rabdosomas delicados y de caras paralelas, algo más finos que los de *P. elongatus* (anchura máxima 1,4 mm)

*Distribución:* En el área tipo de Bohemia, la especie abarca la Biozona de *Rastrites linnaei*, del Telychiense, en su totalidad. La localidad centroibérica estudiada corresponde a la Sub-biozona de *Paradiversograptus runcinatus*-“*Monograptus*” *gemmatus*, y se sitúa en Corral de Calatrava (nivel CC GU JA-12).

***Parapetalolithus meridionalis* (Legrand, 1998)**

(Lám. 6, figs. 9-17)

- ?1955 *Petalolithus* cf. *tenuis* (Barr.); Redlin (mapa nº 13 en Walter, 1977)  
p?1960 *Petalograptus altissimus*, Elles & Wood; Hernández Sampelayo, p. 39; Lám. 18, fig. 16; Lám. 19, fig. 1.  
?1960 *Petalograptus minor*, Elles; Hernández Sampelayo, p. 39; Lám. 19, fig. 4.  
?1978 *Petalograptus altissimus* Elles & Wood; Blachère, p. 41.  
?1978 *Petalograptus tenuis* Barrande; Blachère, p. 42.  
?1987 *Petalograptus giganteus* Bouček & Příbyl; Martín Herrero *et al.*, p. 21.  
v.1988 *Petalograptus* n. sp. aff. *P. altissimus* Elles & Wood; Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93.  
p.1998 *Parapetalolithus* cf. *schaueri* (? sp. n.); Gutiérrez-Marco & Štorch, p. 88; Fig. 9p (non ejemplares Bz. *S. turriculatus*= *P. schaueri* Loydell).  
v.1998 *Parapetalolithus hespericus* Štorch (in press); Štorch *et al.*, p. 320.  
\*1998 *Parapetalolithus*(?) *meridionalis* nov. sp.; Legrand, p. 211; Figs. 2a-g.  
.1998b *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand); Štorch, pp. 117-118; Figs 3 (1, 3, 10); Lám. 1, figs. 2, 4, 5.  
v.2005b *Petalograptus giganteus* (Bouček & Příbyl); Lorenzo *et al.*, p. 41.

*Observaciones:* Se trata de la especie de mayor tamaño de entre todas las formas del género, fácil de reconocer por la morfología lanceolada y las grandes dimensiones del rabdosoma (30-40 mm de longitud -sin contar el nematulario-, por 5-5,4 mm de anchura máxima). La gran mayoría de los ejemplares tiene un nematulario prominente, que se inicia cerca del extremo proximal del rabdosoma y se proyecta libre distalmente, alcanzando una anchura de 2,6 mm y una longitud casi equivalente a la de la colonia en sí.

*Distribución:* *Parapetalolithus meridionalis* es una forma frecuente en las biozonas de *Streptograptus crispus* y *Monoclimacis griestoniensis* del Telychiense de la Península

Ibérica (Štorch, 1998b) y el norte de África (Legrand, 1993; Štorch y Massa, 2007). En la zona de estudio, sus representantes en ambas biozonas habían sido confundidos con especies más antiguas (por ejemplo, Blachère, 1978) o aún por definir (*P. ?sp. n.*, *P. "hespericus"* -nomen nudum-), en tanto que el registro del taxón podría extenderse puntualmente a la Biozona de *Torquigraptus tullbergi* (Loc. EB-1T del sinclinal de Almadén).

Los principales yacimientos de la especie se ubican en los sinclinales de Herrera del Duque (Loc. Valdecaballeros, punto 7 del mapa, cf.), Corral de Calatrava (en la sección del río Jabalón: niveles CO-5, CO-5/7, CO-7 y CO-7b), Almadén [sección del arroyo del Láviz, niveles AL LP-B y AL LP-C, Mina de Almadén y localidad AL-193 de Saupé (1971)], Guadalmez (sección de la estación de Belalcázar: niveles cf. EB-0, cf. EB-1 y EB-1T), Puertollano (muestra cf. PT OB-3) y flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches (en Santa Eufemia: localidades GM PO (NOR), cf. GM PO (N), GM PO (CENT), GM PO (S) y GM PO 2; en San Benito: SB PQ-1, SB PQ-2, SB PQ-3, SB PQ-4 y en El Centenillo: nivel EC SE-1G)

### ***Parapetalolithus palmeus* (Barrande, 1850)**

(Lám. 6, figs. 7 y 18)

- \*p1850 *Graptolithus palmeus* Barr., pp. 59-63; Lám. 3, figs. 3-4 (non 2, 5-7).
- ?1855 *Graptolithus palmeus*, Barr.; Verneuil & Barrande, p. 1115.
- ?1861 *Graptolithus palmeus* Barr.; Bernáldez & Rua Figueroa
- ?1875a *Diplograptus palmeus*, Barr.; Mallada, p. 37; Lám. 7, figs. 14, 15, 15a (= Geinitz, 1852; Lám. 1, figs. 6, 10a, 10b).
- ?1880 *Diplograptus palmeus*, Barr. sp.; Cortázar, p. 23.
- ?1926 *Diplograptus palmeus* Barr.; Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, p. 36, 37; Lám. 4, fig. 2).
- ?1931 *Petalograptus minor* Elles; Habermelner, p. 49; Lám. 1, fig. 10 (Trad. B. Meléndez, 1952; pp. 71-72; Fig. 10).
- ?1931 *Petalograptus* sp. *a* (nov. sp.); Habermelner, p. 50; Lám. 1, figs. 12a, b (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 73-75; Figs. 12a-b).
- ?p1931 *Petalograptus* sp. *b* (aff. *P. hispanicus*?); Habermelner, p. 51; Lám. 1, figs. 13a-c (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 73-75; Fig. 14c; non? figs. 14a-b).
- ?1960 *Petalograptus palmeus*, (Barr.); Hernández Sampelayo, p. 39; Lám. 18, fig. 12; Lám. 19, figs. 10, 11.
- ?1961 *Petalograptus palmeus*; Márquez Triguero, p. 195.
- ?1962 *Petalograptus palmeus*, (Barr.); Almela *et al.*, pp. 221 (?), 252 (?).
- .1971 *Petalolithus* (*Pet.*) *palmeus palmeus* (Barrande); Schauer, pp. 42-43; Lám. 10, figs. 5-6; Lám. 13, figs. 1-3.
- ?1971a *Petalograptus palmeus* (Barrande); Saupé, p. 144.
- ?1971b *Petalograptus palmeus* var. *latus* (Barrande); Saupé, p. 362.
- .1972 *Petalograptus palmeus* (Barr.); Tamain, p. 303; Lám. 15, fig. 10.
- .1992 *Petalolithus palmeus* (Barrande); Loydell, pp. 47-50; Figs. 13 (16, 21); Lám. 1, figs. 14, 17.
- ?1987 *Petalograptus* cf. *palmeus* (Barrande); Martín Herrero *et al.*, p. 21.
- ?1987 *Petalograptus giganteus* Bouček & Přibyl; Martín Herrero *et al.*, p. 21.

- ?1987a *Petalograptus* ex gr. *palmeus*; García Sansegundo *et al.*, p. 19.  
 ?1987 *Petalograptus palmeus* (Barrande); Mira *et al.*, p. 22.  
 1988 *Petalograptus palmeus* (Barr.); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93.  
 pv.1989 *Petalograptus altissimus* Elles & Wood; Rodríguez Núñez *et al.*, p. 91, Lám.1, fig. 8.  
 1991 *Petalograptus palmeus* (Barrande); Kappes, p. 58; Lám. 6, fig. 9.  
 .1996b *Petalograptus* cf. *palmeus* (Barrande); García Palacios *et al.*, p. 21.  
 .2005b *Petalograptus palmeus* (Barr.); Lorenzo *et al.*, p. 41.

**Observaciones:** Esta especie es relativamente frecuente en los niveles basales de la sucesión telychiense de pizarras negras, aunque en algunas localidades las formas dominantes sean *P. hispanicus* o *P. cf. altissimus*. De ambos taxones se distingue por su rabdosoma más robusto (hasta 3 mm de anchura), un extremo proximal más redondeado debido al rápido ensanchamiento inicial, y el frecuente desarrollo de nematulario.

**Distribución:** *Parapetalolithus palmeus* es una forma prácticamente cosmopolita en el Telychiense basal, donde caracteriza una sub-biozona homónima en la parte media de la Biozona de *Rastrites linnaei*, si bien su registro se inicia en la sub-biozona precedente (de *Paradiversograptus runcinatus*–“*Monograptus*” *gemmatus*) y culmina, según Loydell (1992) en la parte baja de Biozona de *Spirograptus turriculatus*. En la zona de estudio, *P. palmeus* se documenta en las dos divisiones inferiores de la Biozona de *Rastrites linnaei* de los sinclinales de Guadarranque (cf. 81-Ci-1), Corral de Calatrava (Kappes, 1991), Almadén (AL LPbis –por debajo de la arenisca ferruginosa del techo de la Cuarcita del Criadero-, AL LP-A) y Guadalmez (cf. CHE-1, CHE-3, cf. CHE-4, cf. GM GN-1, GM GN-3).

### Género *Glyptograptus* Lapworth, 1873

Especie tipo: *Diplograptus tamariscus* Nicholson, 1868, del Llandovery de Escocia (English Lake District).

#### *Glyptograptus tamariscus* (Nicholson, 1868)

- \*1868 *Diplograptus tamariscus* Nicholson, p. 526; Lám. 19, figs. 10-13.  
 non1931 *Glyptograptus* cf. *tamariscus* (Nicholson); Habermelner, pp. 47-48; Lám. 1, fig. 8 (trad. B. Meléndez, 1952; pp.67-69), Lám. 1, fig. 8 = *Parapetalolithus elongatus* (Bouček & Přibyl, 1941).  
 .1992 *Glyptograptus tamariscus* (Nicholson); Loydell, pp. 33-36; Figs. 11 (18, 19, 25, 28); Lám. 1, fig. 7.

**Observaciones:** Disponemos únicamente de fragmentos incompletos de rabdosomas diminutos de caras paralelas y muy delgados (0,7 mm de anchura máxima), en los que se reconocen tecas diplográptidas netamente alternas y separadas por profundas excavaciones. Su aspecto es enteramente comparable al de ejemplares típicos de la especie, como los ilustrados por Loydell (1992, Fig. 11.18-19).



*Distribución:* Se trata de una especie ampliamente difundida en el Telychiense de Europa, Asia, Australia y Norteamérica, cuyo rango se limita normalmente a la Biozona de *Rastrites linnaei*, pero en ocasiones se extiende a la Biozona de *Spirograptus turriculatus* y a la de *Streptograptus crispus*. Su único hallazgo centroibérico corresponde a esta última división en el sinclinal de Almadén (localidad AL LP-B).

***Glyptograptus?* sp.**

(Lám. 5, fig. 11)

v.1988 *Glyptograptus* cf. *sinuatus sinuatus* (Nich.); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 92.

*Observaciones:* Se cuenta con dos fragmentos de rabdosomas delgados, uno de ellos con un extremo proximal muy afilado (Lám. 5, fig. 11), y el otro un resto mesial carente de ambos extremos. Las tecas presentan una morfología típicamente glyptograptida pero, en ausencia de los detalles sobre la sícula y primeras tecas, no puede asegurarse si pertenecen al género *Glyptograptus* o a *Normalograptus* (con un origen más elevado de la teca 1<sup>2</sup>). Lo que es seguro es que el segundo ejemplar, procedente de niveles telychienses, no guarda relación alguna con su identificación provisional previa como *Glyptograptus* cf. *sinuatus* (una especie aeroniense).

*Distribución:* El ejemplar figurado procede de la Sub-biozona de *Paradiversograptus runcinatus*–“*Monograptus*” *gemmatum* o de la de *Parapetalolithus palmeus* del Telychiense más bajo, de la localidad CHE-1,2 (sinclinal de Guadalmez). El segundo ejemplar, original de Gutiérrez-Marco y Pineda Velasco (1988) proviene de un sondeo en El Centenillo (Jaén), en niveles ahora revisados como de la base de la Biozona de *Rastrites linnaei*, que recuerda bastante a *Glyptograptus supernus* Fu.

**Género *Comograptus* Obut y Sobolevskaya, 1968**

Especie tipo: *Comograptus comatus* Obut y Sobolevskaya (en Obut *et al.*, 1968), del Llandovery de Siberia.

***Comograptus?* sp.**

1931 *Climacograptus* sp. *a* (nov. sp. ?); Habermelner, pp. 46-47; Lám. 1, fig. 7 (trad. B. Meléndez, 1952, pp. 66-67; Fig. 7).

*Observaciones:* Con esta denominación identificamos un ejemplar de Almadén, ilustrado por Habermelner (1931, lám. 1, fig. 7), que muestra seis espinas siculares en el extremo de un rabdosoma biserial con tecas aparentemente climacograptidas. La parte proximal está encerrada en una estructura elíptica alargada, que recuerda a los álabes descritos en *Glyptograptus auritus* Bjerreskov (1975).

El género *Comograptus* ha sido tratado modernamente por Koren y Rickards (1996) y Melchin (1998), destacando la presencia de un mínimo de tres espinas proyectadas desde el borde de la apertura sicular, en combinación con tecas climacográptidas a pseudoglyptográptidas, que presentan espinas mesiales o geniculares al menos en la región proximal del raddosoma.

Entre todos los graptolitos silúricos centroibéricos, el ejemplar ilustrado por Habberfelner (1931) es el único que presenta múltiples espinas siculares, de longitud semejante, que la aproximan al género *Comograptus*, y más probablemente a un ejemplar mal conservado de *C. barbatus* (Elles y Wood, 1907). Sin embargo, para Melchin (1998) dicha especie podría corresponder a una variante espinosa de un normalográptido distinto (con modelo proximal H, en lugar del I de *Comograptus*). Con todo, la presencia de *Comograptus* es muy dudosa, dado que en la muestra (piezas números 2, 15 y 16 de Henke y Hundt, 1926) aparece representada una asociación de graptolitos más moderna que la Biozona de *Stimulograptus sedgwickii*, característica de aquella especie. En ese sentido, Habberfelner (1931) identificó en dicha muestra *Parapetalolithus hispanicus* (una forma telychiense típica de la Biozona de *R. linnaei*), “*Monograptus communis rostratus*” (= *Torquigraptus planus*), “*Monograptus concinnus*” (= *Pristiograptus pristinus*?), “*Monograptus gregarius*” (con seguridad un taxón distinto de *Coronograptus gregarius*) y diversos *Parapetalolithus* spp.

#### Graptolitos biseriales indet.

- 1875a *Diplograptus pristis*, Hisinger; Mallada, p. 37; Lám. 7, figs. 13, 13a (= Geinitz, 1852; Lám. 1, figs. 20, 23).
- 1926 *Climacograptus styloidens* Lapw. -sic-; Hernández Sampelayo, p. 436.
- 1926 *Climacograptus minutus*, Carr.; Hernández Sampelayo, p. 436.
- 1960 *Orthograptus insectiformis*, Nich.; Hernández Sampelayo, p. 25; Lám. 10, fig. 32.
- 1960 *Mesograptus* cf. *modestus*, Lapw.; Hernández Sampelayo, p. 26; Lám. 11, fig. e.
- 1960 *Climacograptus* cf. *Hughesi*, Nich.; Hernández Sampelayo, p. 26; Lám. 11, fig. f.
- 1960 *Climacograptus scalaris* var. *normalis*, Lapw.; Hernández Sampelayo, p. 31; Lám. 12, figs. 1, 2, 4, 5.
- 1960 *Climacograptus scalaris* var. *miserabilis*, E. W.; Hernández Sampelayo, p. 32; Lám. 12, fig. 3.
- 1960 *Climacograptus medius*, Törnq.; Hernández Sampelayo, p. 32; Lám. 12, figs. 11, 12; Lám. 21, fig. 12.
- 1960 *Climacograptus* aff. *bicornis*, Hall; Hernández Sampelayo, p. 32; Lám. 12, fig. 15.
- 1960 *Climacograptus* aff. *latus*, E. W.; Hernández Sampelayo, p. 32; Lám. 13, figs. 35, 36.
- 1960 *Climacograptus hughesi*, Nich.; Hernández Sampelayo, p. 33; Lám. 14, figs. 12, 13.
- 1960 *Orthograptus* aff. *mutabilis*, E. W.; Hernández Sampelayo, p. 34; Lám. 16, fig. 2.

- 1960 *Orthograptus* aff. *bellulus*, Törnq.; Hernández Sampelayo, p. 34; Lám. 16, fig. 3.
- 1960 *Orthograptus* aff. *insectiformis*, Nich.; Hernández Sampelayo, p. 34; Lám. 16, fig. 4.
- 1960 *Cephalograptus* cf. *acuminatus*, (Nicholson); Hernández Sampelayo, p. 39; Lám. 18, fig. 24.
- 1960 *Petalograptus palmeus* var. *latus*, Barr.; Hernández Sampelayo, p. 39; Lám. 19, fig. 8.
- 1960 *Petalograptus palmeus* cf. var. *ovato-elongatus*, Kurck; Hernández Sampelayo, p. 39; Lám. 18, figs. 20, 22.
- 1960 *Orthograptus* cf. *mutabilis*, E. W.; Hernández Sampelayo, p. 44; Lám. 21, fig. 11.
- 1977 *Orthograptus vesiculosus* (Nicholson) -sic-; Ríos Aragüés, p. 81.

*Observaciones:* En este apartado incluimos dieciocho taxones, la mayoría de ellos identificados en nomenclatura abierta, y en gran parte ilustrados por Hernández Sampelayo (1926, 1960) como procedentes de Almadén, excepto el primero y el penúltimo de la lista de sinonimias, encontrados en “Caracuel” (= Corral de Calatrava) y el último, citado en Sierra Morena oriental por Ríos Aragüés (1977). En conjunto, de entre los 25 ejemplares figurados mediante ilustraciones a tinta y acuarela, ninguno es identificable a nivel específico o incluso genérico. El conocimiento de las localidades de procedencia y las asociaciones citadas por Hernández Sampelayo (1926, 1960) junto a los taxones mencionados, permite deducir que todos ellos proceden de horizontes del Telychiense en facies de pizarras negras. Por eso resulta del todo singular (y sin duda erróneo) que Hernández Sampelayo (1960) establezca comparaciones entre su material y formas del Aeroniense [*Metaclimacograptus hughesi* (Nicholson, 1869), “*Neodiplograptus modestus*” (Lapworth, 1876), *Rivagraptus bellulus* (Törnquist, 1890), *Pseudorthograptus insectiformis* (Nicholson, 1869), *Petalolithus ovatoelongatus* (Kurck, 1882), *Petalolithus palmeus* “*latus*” (Barrande, 1850)]; del Rhuddaniense [*Pseudorthograptus mutabilis* (Elles & Wood, 1907)]; del límite Ordovícico-Silúrico [*Normalograptus medius* (Törnquist, 1897), *Norm. normalis* (Lapworth, 1877), *Normalograptus angustus* (Perner, 1895) (pp.= *Climacograptus miserabilis* (Elles & Wood, 1906), *Parakidograptus acuminatus* (Nicholson, 1867)], o incluso formas enteramente ordovícicas [*Climacograptus bicornis* (Hall, 1847), *Styracograptus styloideus* (Elles & Wood, 1906), “*C. minutus*” Carruthers, 1868, *Anticostia lata* (Elles & Wood, 1906)].

Por lo que respecta a *Cystograptus vesiculosus* (Nicholson, 1868), esta especie del Rhuddaniense medio fue citada por Ríos Aragüés (1977) en asociación con la forma del Ludlow *Saetograptus chimaera* (Barrande, 1850). El contexto estratigráfico del yacimiento, próximo al contacto con la Cuarcita Castellar (= Cuarcita del Criadero) hace inverosímil ambas identificaciones, que probablemente se corresponden con formas indeterminadas del Telychiense.

La cita de *Diplograptus pristis* (Hisinger, 1837) hecha por Mallada (1875) es particularmente problemática, ya que sus ilustraciones corresponden a ejemplares alemanes reproducidas del trabajo de Geinitz (1852), y no a muestras españolas. Según Mitchell *et al.* (2009), se trata de una especie ordovícica cuya morfología se desconocía

prácticamente hasta la revisión realizada en dicho trabajo, por lo que parece muy improbable su existencia en el Silúrico centroibérico.

Finalmente cabe resaltar la identificación de *Petalolithus folium* (Hisinger, 1837) en dos informes inéditos de MAYASA correspondientes a un sondeo minero fechado en 1966 y a una cartografía geológica del año 1975 (Coullaut *et al.*, 1975), ambos en la región de Almadén. El primero se ubica en el paraje del Pilar de La Legua, al este de Almadén, donde la especie fue identificada por I. Quintero en la unidad de pizarras ampelíticas por encima de la Cuarcita del Criadero, aparentemente asociada a “*Demirastrites convolutus* y *Monograptus*”. El segundo corresponde a una localidad aislada al norte de Gargantiel, donde *P. folium* se cita asociado a “*Monograptus*” *concinnus* Lapworth en la misma unidad anterior. Nuestro conocimiento de la biostratigrafía de la misma en toda el área hace poco probable que el depósito de las pizarras negras se inicie localmente en el Aeroniense medio, por lo que las identificaciones resultan poco verosímiles.

### **Subfamilia RETIOLITINAE Lapworth, 1873, emend. Melchin *et al.*, 2011**

#### **Género *Retiolites* Barrande, 1850; emend. Lenz & Melchin, 1987**

Especie tipo: *Gladiolites geinitzianus* Barrande, 1850; del Sheinwoodiense de Bohemia.

#### ***Retiolites angustidens* Elles and Wood, 1908**

(Lám. 7, figs. 1-4)

- \*1908 *Retiolites* (*Gladiograptus*) *Geinitzianus*, Barrande var. *angustidens*, nov.; Elles and Wood, p. 338; Lám. 34, figs. 9a-c.
- .1944 *Retiolites* (*Retiolites*) *geinitzianus angustidens* Elles & Wood; Bouček and Münch, p. 34; Figs. 11a-e, 12b-e; Lám. 2, figs. 1-4.
- .1955 *Retiolithes geinitzianus angustidens* E. & W.; Redlin (mapa en Walter, 1977).
- .1975 *Retiolites geinitzianus angustidens* Elles & Wood; Bjerreskov, p. 38; Lám. 5, figs. D-E.
- .1988 *Retiolites geinitzianus angustidens* Elles & Wood; Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93.
- .1989 *Retiolites geinitzianus angustidens* Elles & Wood; Rodríguez Núñez *et al.*, p. 92.
- .1990 *Retiolites geinitzianus densireticulatus* Bouček; Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60.
- .1997 *Retiolites angustidens* Elles & Wood; Loydell, Štorch & Bates, pp. 755-756, 758; Figs. 2C, 3B; Lám.1, figs. 1-2, 5.
- .1998 *Retiolites* cf. *angustidens* Elles & Wood; Štorch *et al.*, p. 321.
- .2005b *Retiolites geinitzianus angustidens* Elles & Wood; Lorenzo *et al.*, p. 41.
- .2009 *Retiolites angustidens* Elles & Wood; Loydell *et al.*, p. 189.

*Observaciones:* *Retiolites angustidens* es una forma muy parecida a la especie tipo del género, de la que se diferencia únicamente por el incremento gradual, en lugar de rápido, de la anchura proximal de la colonia, desde 1,8 mm, 2,4 mm (a 5 mm del extremo proximal) hasta un máximo distal de aproximadamente 4 mm. Ambas formas son, por tanto, indistinguibles cuando se dispone únicamente de fragmentos mesiales o distales del radosoma, y por esta razón durante mucho tiempo se consideraron como subespecies. Nosotros seguimos la opinión de Loydell *et al.* (1997) de diferenciar *R. angustidens* como especie aparte, dado que en distintos yacimientos se encuentra conjuntamente con *R. geinitzianus*. Los mismos autores demostraron la prioridad de este taxón sobre *R. g. densereticulatus* Bouček, que también había sido citado en la Zona Centroibérica.

*Distribución:* *Retiolites angustidens* es una forma cosmopolita que aparece con seguridad en la Biozona de *Streptograptus crispus* del Telychiense, y se extiende hasta la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* del Sheinwoodiense. En la Zona Centroibérica la especie ha sido identificada en las biozonas de *Torquigraptus tullbergi*, *Oktavites spiralis*, *Cyrtograptus lapworthi* y *Cyrtograptus murchisoni* en las localidades de Corral de Calatrava (niveles CO-12, CO-16, CO-16 (+1,6), CO-18), Almadén (niveles AL AM-W y AL-193), cf. Loc. 12, Estación de Belalcázar (nivel EB-8), Guadalmez norte (nivel GM GN-6) y Sierra Morena oriental (M-9805 y M-9807 de la hoja MAGNA 862).

### ***Retiolites geinitzianus* (Barrande, 1850)**

(Lám. 7, figs. 5-15)

- p\*1850 *Gladiolites geinitzianus* Barr.; Barrande, p. 69; Lám. 4, figs. 24-27 [non figs. 16, 17?-19?, 28-32 (= *R. angustidens*); 20-23 (= *Stomatograptus grandis* Suess, 1851 sensu lato), 33?].
- 1955 *Retiolithes geinitzianus geinitzianus* Barrande; Redlin (mapa en Walter, 1977).
- 1955 *Retiolithes robustus* Bouček & Münch; Redlin (mapa en Walter, 1977).
- 1968 *Retiolites geinitzianus* (Barrande); Kettel, p. 52.
- 1971a *Retiolites (Gladiograptus) geinitzianus*, Barr.; Saupé, p. 147.
- 1971b *Retiolites (Gladiograptus) geinitzianus* (Barrande); Saupé, p. 362.
- 1974 *Retiolites geinitzianus* Barrande; Lauret, p. 61, 62; Lám 9, figs. 1, 2.
- 1975 *Retiolites geinitzianus geinitzianus* (Barrande); Bjerreskov, p. 38; Lám. 5, fig. F; tabla 3.
- cf.1978 *Retiolites* cf. *geinitzianus* Barrande; Blachère, p. 42.
- ?1980 *Retiolites geinitzianus*; Robardet *et al.*, 114.
- 1982 *Retiolites geinitzianus* (Barrande); Ballestra *et al.*, p. 62.
- .1989 *Retiolites geinitzianus angustidens* Elles & Wood; Rodríguez Núñez *et al.*, p. 93.
- .1989 *Retiolites geinitzianus* Barrande; Olivé Davó *et al.*, p. 42.
- .1997 *Retiolites geinitzianus* (Barrande); Loydell, Štorch & Bates, p. 751-754; Figs. 2A, 2D, 3C (con amplia sinonimia de la especie) .
- .1998 *Retiolites geinitzianus* (Barrande); Štorch *et al.*, p. 320, 321.
- .2005b *Retiolites geinitzianus* (Barrande); Lorenzo *et al.*, p. 41.

- v2009b *Retiolites geinitzianus* (Barrande); Matas González *et al.*, p. 39.  
 .2009 *Retiolites geinitzianus* (Barrande); Loydell *et al.*, p. 189.  
 .2010 *Retiolites geinitzianus* (Barrande); Sachanski *et al.*, p. 424; Figs. 3A, B.  
 .2013 *Retiolites geinitzianus* (Barrande); Zhang *et al.*, pp. 138-139; Figs. 8S, 9A-D, G-J, M-N.

*Observaciones:* *R. geinitzianus* es el retiolítido más abundante en el área estudiada, donde predomina en las pizarras negras telychienses y es relativamente raro en el Wenlock. Se reconoce por su morfología característica, que incluye una parte proximal redondeada, con rápido incremento en anchura, desde 2,2 mm a 3,1 mm (medidos a 5 mm del extremo proximal), para alcanzar un máximo distal de aproximadamente 6 mm. Esto permite diferenciarlo de *R. angustidens*, especie con la que se asocia localmente en los mismos niveles.

Redlin (1955) citó en el flanco sur del anticlinal de Fuencaliente la especie *Retiolites robustus* Bouček & Münch, 1944, que fue revisada por Loydell *et al.* (1997) y considerada un sinónimo posterior de *Retiolites geinitzianus*, cuyo material tipo estaba ensanchado tectónicamente, razón por la cual su cita centroibérica la incluimos en la sinonimia de la especie.

*Distribución:* *Retiolites geinitzianus* es una especie cosmopolita cuyos representantes se remontan probablemente a la Biozona de *Streptograptus crispus*, y se extiende entre las biozonas de *Monoclimacis griestoniensis* del Telychiense y de *Cyrtograptus purchisoni* del Sheinwoodiense. En la Zona Centroibérica el taxón se registra abundantemente en las biozonas de *Monoclimacis griestoniensis*, *Torquigraptus tullbergi*, *Oktavites spiralis*, *Cyrtograptus lapworthi* y *Cyrtograptus purchisoni* en las localidades de Guadarranque (nivel PS-1 (=SP-A-4=GUT-9), Herrera del Duque (Localidad de Valdecaballeros, MAGNA de la misma hoja), Corral de Calatrava (niveles CO-5/7, CO-10, CO-11, CO-11 (+0,6), CO-11 (+0,8), CO-11 (+1), CO-11 (+1,3), CO-12, CO-14, CO-15, CO-18, CO-20), Almadén (niveles AL AM-W, AL VI, Loc.5, Loc.6), Chillón oeste (nivel CHW-2), Guadalmez (nivel cf. GM-H, Loc. 32), Guadalmez norte (niveles GM GN-2, GM GN-4, GM GN-7), Estación de Belalcazar (niveles EB-2, EB-2A, EB-3A), Retamar (nivel PT RE-11/W), Valdeazogues (niveles PT VAZ-11, PT VAZ-13, PT VAZ-14), Estación de las Cabras (nivel GM EC-1), San Benito (Puente Quebrada, niveles cf. SB PQ-14, SB PQ-16, SB PQ-27, SB PQ-29, SB PQ-31; Arroyo de San Juan, nivel SB ASJ-1) y en Sierra Morena oriental (castillo de Montizón, en la hoja MAGNA 839, y muestra 21-34 IN-GM M14 de la hoja MAGNA 864).

### **Género *Stomatograptus* Tullberg, 1883; emend. Lenz & Melchin, 1987**

Especie tipo: *Retiolites grandis* Suess, 1851 (= *Stomatograptus törnquisti* Tullberg); del tránsito Llandovery-Wenlock de Bohemia.

### ***Stomatograptus* sp.**

(Lám. 8, figs. 12-19)

.2009 *Stomatograptus* sp.; Loydell *et al.*, p. 3, Fig. 6n.

*Observaciones:* El género *Stomatograptus* fue citado en la Zona Centroibérica por Portero *et al.* (1988), quienes refieren *Stomatograptus grandis girvanensis* Cocks & Togh. (sic.) en las pizarras negras del Llandovery de la Hoja de Ciudad Real (784). El material original se conserva en la Litoteca Magna del IGME y no ha sido reencontrado. Por nuestra parte, confirmamos la presencia del género en dos localidades centroibéricas (Loc. Valdecaballeros, del sinclinal de Herrera del Duque, y Loc. GM EU-2, en los alrededores de Santa Eufemia (Córdoba), flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches), si bien el carácter incompleto de los ejemplares impide establecer una asignación específica más precisa. Aún así, se trata de rabdosomas conservados en relieve en el interior de nódulos, donde se aprecia con claridad la existencia de una hilera central de orificios en el retículo de las caras laterales de la colonia. Aunque el aspecto y dimensiones concuerda en líneas con los de *Stomatograptus grandis* (Suess), la presencia de estomas sobreelevados en algunos ejemplares revela su pertenencia a un taxón diferente, que citamos aquí en nomenclatura abierta hasta disponer de un mayor número de material.

Por su parte, Loydell *et al.* (2009) ilustraron un ejemplar del género en niveles de la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* de Corral de Calatrava.

La distribución temporal del género *Stomatograptus* según Bates *et al.* (2005) es desde el Telychiense medio (Biozona *Monoclimacis griestoniensis*-*M. crenulata*) al Wenlock (Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*, de la base del Homerense). Las biozonas son las utilizadas por Koren *et al.* (1995-1996).

### **Género *Pseudoplegmatoraptus* Přibyl, 1948**

Especie tipo: *Retiolites perlatus* var. *obesus* Lapworth, 1877; del Telychiense de Escocia.

#### ***Pseudoplegmatoraptus obesus* (Lapworth, 1877)**

(Lám. 2, fig. 13; Lám. 8, figs. 1-2, 6)

- \*1877 *Retiolites perlatus*? Nich. var. *obesus* Lapw.; Lapworth, p. 137; Lám. 6, fig. 29.
- 1971 *Retiolites (Pseudoplegmatoraptus) obesus* Lapworth; Schauer, p. 84; Lám. 39, figs. 5-8; Lám. 40, fig. 5.
- 1976 *Retiolites (Pseudoplegmatoraptus) obesus* (Lapworth); Lozac'h & Vidal, p. 33.
- .1982 *Pseudoplegmatoraptus obesus obesus* (Lapworth); Lenz, pp. 41-42; Figs. 16e, 17a, b.
- v1988 *Pseudoplegmatoraptus obesus* (Lapworth); Portero *et al.*, p. 25.

- .1993a *Pseudoplegmatograptus obesus* (Lapworth); Loydell, pp. 59-61; Figs. 13 y 24 (con amplia sinonimia de la especie).
- .1998 *Pseudoplegmatograptus obesus* (Lapworth); Štorch *et al.*, p. 320.
- ?1998 *Pseudoplegmatograptus* ex gr. *obesus* (Lapworth); Štorch *et al.*, p. 320.
- .1998b *Pseudoplegmatograptus obesus* (Lapworth); Štorch, p. 118, 120; Lám. 2, fig. 4.
- cf.2007 *Pseudoplegmatograptus* cf. *obesus* (Lapworth); Lenz & Kozłowska, pp. 492-494; Figs. 1, 2A, C, E.

*Observaciones:* *Pseudoplegmatograptus obesus* es una especie relativamente mal definida, con varias subespecies diferenciadas por Bouček & Münch (1944). En España, Štorch (1998b) describió un ejemplar de la Cordillera Ibérica, que es ligeramente más ancho que los aquí estudiados, y presenta una lacinia bien desarrollada. El material centroibérico que atribuimos a la misma especie tiene un clathrio relativamente mal definido (lo que rápidamente lo distingue del género *Retiolites*), pero como mucho presenta algunas espinas bifurcadas, siendo por lo demás idéntico, en morfología y dimensiones, al resto de ejemplares de *P. obesus* de la colección de la Cordillera Ibérica. Estos últimos proceden de los mismos niveles que los de la Zona Centroibérica y registran una asociación de graptolitos similar. El registro más moderno de *Pseudoplegmatograptus*, dentro del área de estudio, tiene lugar en la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* de Corral de Calatrava (horizonte CO-10), y corresponde a una especie distinta de *P. obesus*, cuya descripción se pospone al hallazgo de más material.

*Distribución:* Las formas típicas de *P. obesus* inician su representación en la Biozona de *Rastrites linnaei* y prosiguen hasta la Biozona de *Torquigraptus tullbergi* en Europa, Asia y Norteamérica, extendiéndose desde la base hasta la parte media del Telychiense. Ejemplares mal conservados de *Pseudoplegmatograptus* sp. se registran por vez primera en la Zona Centroibérica dentro de las Subzonas de *Paradiversograptus runcinatus*-*Monograptus gemmatus* (localidad CC GJ-14 y sondeo Fabriquilla 4) y *Parapetalolithus palmeus* (localidad CHE-4), pero la identificación segura de *P. obesus* no se da hasta la Subzona de *Parapetalolithus hispanicus* (Biozona de *Rastrites linnaei*). En el área de trabajo *P. obesus* se extiende en las biozonas de *R. linnaei* (parte alta), *Spirograptus turriculatus*, *Streptograptus crispus* y *Monoclimacis griestoniensis*, en las localidades de Corral de Calatrava (niveles CO-2, CO-3, CO-4, cf. CO-5, ex gr., CO-7, ex gr., CO-7b, ex gr., CO-8A, ex gr.), Almadén (AL-B) y Guadalmez (Loc. 33).

### **Género *Pseudoretiolites* Bouček & Münch, 1943; emend. Lenz & Melchin, 1987**

Especie tipo: *Retiolites perlatus* Nicholson, 1868; del Llandovery de Gran Bretaña.

*Observaciones:* Este género fue considerado por Bulman (1970) como un sinónimo posterior de *Retiolites*. Sin embargo otros autores reconocieron su entidad y Lenz & Melchin (1997) lo consideraron como el grupo basal común a las subfamilias *Retiolitinae* y *Plectograptinae*. Debido a su evidente proximidad a *Pseudoplegmatograptus* (Bates *et al.*, 2005), *Pseudoretiolites* es incluido aquí entre los *Retiolitinae*.



***Pseudoretiolites* cf. *dentatus* (Bouček & Münch, 1944)**

- cf.\*1944 *Retiolites* (*Pseudoretiolites*) *dentatus* Bouček & Münch, pp. 554-556; Figs. 9a-b, 10a-e; Lám. 1, fig.8.  
?1988 *Pseudoretiolites* cf. *perlatus*? (Nichol.); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 92.  
1996b *Pseudoretiolites* cf. *dentatus* Bouček & Münch; García Palacios *et al.*, p. 21.

*Observaciones:* Se dispone tan solo de sendos fragmentos de rabdosoma cuyos contornos ventrales y reticulación poco densa difieren de *Pseudoplegmatograptus* y recuerdan mucho a la especie *Pseudoretiolites dentatus*, de anchura similar. Esta se localiza en niveles de edad comparable a la de los yacimientos centroibéricos.

*Distribución:* Biozona de *Rastrites linnaei* (Subzona *runcinatus-gemmatus*), de la base del Telychiense, en la sección Corral de Calatrava-norte (nivel CC GJ-13) y en el sondeo Fabriquilla 4 de El Centenillo (Jaén).

**Género *Paraplectograptus* Příbyl, 1948; emend. Lenz & Melchin, 1987**

Especie tipo: *Retiolites eiseli* Manck, 1917; del Sheinwoodiense de Alemania.

***Paraplectograptus* sp.**

(Lám. 8, fig. 3)

.1997a *Paraplectograptus* sp., Gutiérrez-Marco *et al.*, p. 132.

*Observaciones:* Se trata de un fragmento de rabdosoma carente de su extremo proximal y conservado en vista subescalariforme, cuyas listas principales dejan ver la ordenación alterna de los espacios tecaes típica de este género.

*Distribución:* Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (Homeriense) en la sección de Zarza de Alange (Badajoz). La distrución temporal del género *Paraplectograptus* según Bates *et al.* (2005) es desde el Telychiense medio (Biozona *Monoclimacis griestoniensis-M. crenulata*) al Wenlock (Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*, de la base del Homeriense). Las biozonas son las utilizadas por Koren *et al.* (1995-1996).

**Género *Sokolovograptus* Obut & Zaslavskaya, 1976**

Especie tipo: *Plectograptus?* *textor* Bouček & Münch, 1952; del Sheinwoodiense de Bohemia.

***Sokolovograptus textor* (Bouček & Münch, 1952)**

(Lám. 8, figs. 7-11)

- \*1952 *Plectograptus* (?) *textor* Bouček & Münch, pp. 29-31; Lám. 9a-e.
- 1967 *Plectograptus*? *Boučeki* Rickards, pp. 243-245, Figs. 13d-c.
- 1993 *Plectograptus* (*Sokolovograptus*) *textor* Bouček & Münch; Lenz, p. 14; Lám. 2, figs. 1, 3-8.
- 1995 *Sokolovograptus textor* (Bouček & Münch); Kozłowska-Dawidziuk, p. 291; Figs. 18A-B, 24D-E (con sinonimia de la especie).
- 2012 *Sokolovograptus textor* (Bouček & Münch); Lenz *et al.*, p. 18; Lám. 3, figs. 1-4, 7; Lám. 4, figs. 1-7; Lám. 5, fig. 8.

*Observaciones:* El material estudiado se conserva aplastado y limonitizado, pero la arquitectura de la manga del áncora con sus prominentes varillas pleurales, la existencia de varillas en lazo y la tendencia a la simplificación distal se distinguen claramente. Sus dimensiones concuerdan con el material checo y polaco de *S. textor*. En esta especie la manga del áncora se desarrolla en paredes laterales, con varillas subaperturales, supraaperturales y pleurales en la pared ventral. Existen varillas en lazo unidas a las subaperturales, que sobresalen lateralmente. El armazón se simplifica en sentido distal, quedando el retículo reducido a varillas parietales en la mitad posterior de la colonia.

*Distribución:* *Sokolovograptus textor* es una forma citada en las biozonas de *Monograptus belophorus*-*Cyrtograptus rigidus* y de *Cyrtograptus ramosus*-*C. perneri*, del Sheinwoodiense, en Europa y América del Norte. En el presente trabajo se identifica por vez primera en España, donde por el momento se restringe a la Biozona de *C. ramosus*-*C. perneri* en la sección de Retamar (nivel PT RE-13).

**Superfamilia MONOGRAPTOIDEA Lapworth, 1873, emend. Melchin *et al.*, 2011**

**Familia MONOGRAPTIDAE Lapworth, 1873, emend. Melchin *et al.*, 2011**

**Género *Pristiograptus* Jaekel, 1889**

Especie tipo: *Pristiograptus frequens* Jaekel, 1889, del Silúrico de Alemania.

***Pristiograptus bjerringus* (Bjerreskov, 1975)**

(Lám. 9, fig. 4)

- 1926 *Monograptus galaensis* Lapw.; Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952; p. 37).
- p1926 *Monograptus priodon* (Bronn); Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 36, 37; non p. 33), Lám. 1, fig. 1.
- 1926 *Monograptus leptotheca* Lapw.; Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952; p. 37).

- 1931 *Monograptus regularis* Törnq.; Haberfelner, p. 53; Lám. 1, fig. 17 (Trad. B. Meléndez, 1952; pp. 80-82), Lám. 1, fig. 17.
- .1931 *Monograptus regularis* Tqt. var. *latus* nov. var.; Haberfelner, p. 54; Lám. 1, figs. 18a, b (Trad. B. Meléndez, 1952; pp. 82-83), Lám. 1, figs. 18a-b.
- ?1961 *Monograptus regularis*; Márquez Triguero, p. 194.
- \*1975 *Monograptus bjerringus* n. sp., Bjerreskov, pp. 48-49; Fig. 15F; Lám. 7, fig. C.
- v.1988 *Pristiograptus* cf. *bjerringus* (Bjerreskov); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93.
- ?1989 *Monograptus maccoyi* Lapworth; Rodríguez Núñez *et al.*, p. 89.
- v?1989 *Pristiograptus nudus* (Lapw.); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 91.
- .1993a *Pristiograptus bjerringus* (Bjerreskov); Loydell, pp. 63-64; Figs. 13 (4, 8, 9, 14, 15, 25-27), Fig. 14 (23); Lám. 2, figs. 6, 12; Lám. 3, fig. 1.
- v.1998 *Pristiograptus bjerringus* (Bjerreskov); Štorch *et al.*, p. 320.
- v.2005b *Pristiograptus bjerringus* (Bjerreskov); Lorenzo *et al.*, p. 41.

*Observaciones:* Se trata de un pristiograptido de rabdosoma rectilíneo y robusto, cuya anchura aumenta rápidamente de 0,5 a 1 mm en las primeras diez tecas, y luego en forma gradual hasta un máximo de 2,8 mm. Las tecas son tubos estrechos y alargados que muestran un solapamiento prominente, especialmente en la región distal, donde afecta a las tres cuartas partes de la longitud tecal. Las aberturas son oblicuas y confieren a las tecas un aspecto denticulado. Su número varía entre 9 y 11 en 10 mm.

*Pristiograptus bjerringus* es una forma muy distintiva, que aparece ilustrada por Haberfelner (1931) como “*Monograptus*” *regularis* y “*M.*” *regularis latus*, correspondiendo a algunos ejemplares de *M. priodon*, “*M.*” *galaensis* y “*M.*” *leptotheca* de la colección de Henke y Hundt (1926). El hecho de que el taxón “*Monograptus regularis latus* nov. var.” fuera propuesto por Haberfelner (1931) con precedencia sobre *P. bjerringus*, convierte a esta última especie en un sinónimo objetivo posterior de “*Pristiograptus latus* (Haberfelner)”. Sin embargo, dicha especie tiene problemas de homonimia con otra más moderna del mismo género (*Pristiograptus latus* Bouček, 1932, perteneciente al grupo de *P. dubius*) y, tras el trabajo de Haberfelner (1931), no volvió a ser citada por ningún otro autor. El material tipo de la forma centroibérica procede de Almadén y consiste en dos fragmentos distales del rabdosoma, claramente asignables a *P. bjerringus*. Pero como los originales de ambos se hallan en paradero desconocido (inicialmente fueron depositados en el Museo Senckenberg de Frankfurt), el material tipo no incluye partes proximales, y los problemas de homonimia acarrearían la inestabilidad nomenclatural de dos especies bien conocidas, en el presente trabajo optamos por no aplicar el Principio de Prioridad establecido en el artículo 23 del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica.

*Distribución:* La especie es relativamente frecuente en la parte alta de la Biozona de *Rastrites linnaei* (Subzona de *Parapetalolithus hispanicus*) y, de un modo más esporádico, en la Biozona de *Spirograptus turriculatus*, ambas del Telychiense inferior, habiendo sido descrita en Europa (Suecia, Gran Bretaña, República Checa, España, Bulgaria) y Asia (China, Taymir?). En la región surcentroibérica *P. bjerringus* está representado en los sinclinales de Guadarranque (localidad NP-A-1a), Corral de Calatrava (niveles CO-2 y CO-3) y Almadén (mina de Almadén), así como en la región de El Centenillo (Jaén: Gutiérrez-Marco y Pineda Velasco, 1988).

***Pristiograptus dubius* (Suess, 1851) s.l.**

(Fig. 18.5d; Lám. 10, figs. 1-10, 19-20)

- \*1851 *Graptolithus dubius* n. sp.; Suess, p. 115, Lám. 9, figs. 5a-b.
- non1926 *Monograptus dubius* Suess; Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 32 (?), 37, 38; Lám. 4, fig. 2).
- ?1960 *Monograptus latithecatus*, Hsü; Hernández Sampelayo, pp. 15-16, 43; Lám. 2, figs. 2, 2a; Lám. 21, fig. 3.
- ?1962 *Monograptus dubius*, Suess; Almela *et al.*, pp. 213, 218, 241.
- p?1971b *Monograptus dubius* (Suess); Saupé, p. 362.
- .1974 *Monograptus dubius dubius* Suess; Lauret, p. 62; Lám. 9, figs. 3, 7.
- ?1976 *Pristiograptus dubius dubius* Suess; Gil Cid *et al.*, p. 26; Lám. 2, fig. 4.
- ?1976 *Pristiograptus dubius* Suess; Lozac'h & Vidal, p. 33.
- .1978 *Monograptus* cf. *dubius* Suess; Blachère, p. 42.
- .1978 *Monograptus* sp. ex gr. *dubius* Suess; Blachère, p. 44.
- .1982 *Monograptus dubius* (Suess); Ballestra *et al.*, p. 61.
- ?1982 *Monograptus* cf. *dubius* s. l.; Ballestra *et al.*, p. 61.
- .1987 *Pristiograptus dubius dubius* (Suess); Amor & Ortega, p. 29.
- .1989 *Pristiograptus dubius* (Suess); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 98.
- p1989 *Pristiograptus* cf. *dubius* (Suess); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 92.
- v1989 *Pristiograptus tumescens* cf. *tumescens* (Wood); Rodríguez-Núñez *et al.*, p. 98.
- .1990 *Pristiograptus* gr. *dubius* (Suess); Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60.
- ?1992b *Pristiograptus* cf. *dubius* (Suess); Soldevila, p. 370.
- .1997 *Pristiograptus dubius dubius* (Suess, 1851) s.l.; Urbanek, pp. 157-159; Fig. 43; Lám. 15, figs. 1-4.
- v.1998 *Pristiograptus dubius dubius* (Suess); Štorch *et al.*, p. 321.
- .2000 *Pristiograptus dubius dubius* (Suess); Radzevicius & Paskevicius, pp. 91-92; Lám. 1, fig. 2; Lám. 6, fig. A.
- .2003 *Pristiograptus dubius dubius* (Suess); Radzevicius, pp. 24-25.
- .2005b *Pristiograptus dubius* (Suess); Lorenzo *et al.*, p. 41.
- v2009b *Pristiograptus dubius* (Suess); Matas González *et al.*, p. 39.
- .2009 *Pristiograptus dubius* (Suess); Loydell *et al.*, fig. 6j.
- .2012 *Pristiograptus* ex. gr. *dubius* (Suess); Sachanski *et al.*, p. 872; Lám. 1, fig. g.
- .2012 *Pristiograptus dubius* (Suess); Lenz *et al.*, p. 20; Lám. 11, figs. 1, 2, 6-8.

*Observaciones:* *Pristiograptus dubius* tipifica un grupo de especies de tecas simples común en el Wenlock, con el que fueron relacionadas numerosas variedades, más tarde consideradas como especies distintas incluso de diferentes géneros. Ello es debido al importante papel jugado por la especie en la filogenia de los monograptidos del Silúrico tardío, pues por su morfología conservadora sobrevivió a diversos eventos de extinción, y fue la especie antecesora de nuevas líneas evolutivas (Urbanek, 1997; Urbanek *et al.*, 2012). El radosoma de *P. dubius* es bastante simple, con un extremo proximal levemente curvado en sentido ventral y tecas rectilíneas, de inclinación y solapamiento uniformes a lo largo de la estipe, con aberturas perpendiculares de borde ligeramente engrosado. La anchura máxima del radosoma varía entre 1,95 y 2 mm, y el número de tecas en 10 mm entre 11 (proximal) y 8 (distal). La sícula presenta una leve curvatura

ventral, mide 1,8 a 2 mm de longitud y termina en una virgela sencilla. El nema (vÍrgula) se proyecta distalmente en muchos de los ejemplares estudiados.

El material centroibérico está compuesto exclusivamente por rabdosomas aplastados en pizarras, a veces en conservación subescalariforme, donde no suele ser posible apreciar los detalles sutiles de las tecas proximales. Aunque en líneas generales lo hayamos referido a *P. dubius* s.l., el taxón no abarca otras formas del grupo *dubius* propias del Homeriense basal y Ludlow, que poseen características no observadas en los ejemplares estudiados. Cuando ha sido posible, ciertos elementos del grupo los hemos diferenciado como *P. praedubius*, *P. latus* y *P. dubius pseudodubius*, que en parte no han sido considerados por la reciente revisión filogenética de Urbanek *et al.* (2012).

*Distribución:* El grupo de especies de *Pristiograptus dubius* s.l. reúne formas cosmopolitas cuya distribución abarca desde el Sheinwoodiense (parte alta de la Biozona de *Cyrtograptus purchisoni*) hasta el Prídoli basal (Biozona de *Neocolonograptus parultimus*). Urbanek *et al.* (2012) restringen el rango de *P. dubius* s.s. al intervalo comprendido entre la parte superior de la Biozona de *C. purchisoni* y el techo de la Biozona de *Monograptus antennularius*, refiriendo los representantes más tardíos a diversas subespecies del tronco principal, como *P. dubius pseudodubius*, *P. d. parvus*, *P. d. frequens* y *P. d. postfrequens*; más otras nueve líneas derivadas, cuyos representantes sheinwoodienses serían *P. d. magnus* y *P. sardous sardous*, respectivamente.

El material centroibérico de *P. dubius* s.l. se extiende desde la base de la Biozona de *Monograptus riccartonensis* hasta la Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*, y lo hemos identificado en los sinclinales de Guadarranque, Herrera del Duque, Corral de Calatrava, Almadén, Guadalmez y Valdezogues-Puertollano, además de en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches y en Sierra Morena oriental. En el sinclinal de Guadarranque la especie esta representada en las localidades PS-5, cf. PS-6 y PS-10. En el de Herrera del Duque en las localidades HD-C y HD-E (a nivel de grupo) de la sección del arroyo de La Colada y en la localidad de Casa Ortiz. Hacia el este, en el sinclinal de Corral de Calatrava aparece en la sección del río Jabalón (niveles CO-21 a CO-26 y CO-31) y en Puente Morena (nivel CC JA-8). En el sinclinal de Almadén aparece en las localidades 4, 7 (ex gr), 10 y AL AV-2. En la prolongación oriental de éste, sinclinales de Valdezogues-Puertollano, lo hemos encontrado en las localidades cf. PT VAZ-1 y PT VAZ-2, de los alrededores de Valdezogues, y en la sección de Retamar (niveles PT RE-17 y PT RE-19, ambos a nivel de grupo, PT RE-20 y PT RE-24). En el sinclinal de Guadalmez aparece en las sucesiones de la estación de Chillón (niveles CHW-3, CHW-5, CHW-6, CHW-9, CHW-10, CHW-11, CHW-19, CHW-20, CHW-23, ex gr. CHW-27, ex gr. CHW-30) y en las localidades ex gr. D (= GM-D), cf. 16 y como ex gr. en las localidades 21, 22, 25, 26 y 28 y en la zona de la estación de Las Cabras (localidades GM EC-6?, ex gr. GM EC-7, GM EC-8, GM TCE-1, GM TCE-3, GM TCE-4 y GM TCE-5). En el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches aparece en la zona de San Benito (niveles ex gr. SB PQ-23, ex gr. SB PQ-31, SB PQ-32, SB PQ-33, SB PQ-35, SB PQ-36, SB PQ-37, ex gr. SB PQ-39 y SB PQ-43?). Por último, en Sierra Morena oriental se ha encontrado en la muestra M-9804 (cf.) de la hoja geológica MAGNA nº 862 y en la muestra IN-GM 05-01 M1 de la hoja geológica MAGNA nº 864 (Venta de los Santos). En los yacimientos de Almadén y Corral de Calatrava, es posible que *P. dubius* fuera inicialmente confundido por Hernández

Sampelayo (1960) con “*Monograptus*” *latithecatus* Hsü, un probable sinónimo de la especie. En el sinclinal de Guadarranque, *P. dubius* fue en parte confundido con *P. tumescens* (Wood) por Rodríguez Núñez *et al.* (1989).

### ***Pristiograptus cf. initialis* Kirste, 1919**

- cf.\*1919 *Monograptus (Pristiograptus) initialis* Eisel ms.; Kirste, p. 187; Lám. 3, fig. 24.  
cf.p.1971 *Monograptus (Pristiogr.) dubius initialis* Eisel; Schauer, p. 63; Lám. 21, figs. 10-11; Lám. 23, figs. 3-4.  
.1998 *Pristiograptus initialis* (Kirste); Štorch *et al.*, p. 320.

*Observaciones:* El exiguo material aquí estudiado se asemeja a un diminuto *Pristiograptus dubius*, con tecas más inclinadas (40-50°), en niveles inusualmente antiguos para esta especie.

*Distribución:* En Alemania y la República Checa, *P. initialis* se extiende entre la Biozona de *Spirograptus turriculatus* y la Biozona de *Torquigraptus tullbergi* (Schauer, 1971; Štorch, 1994a) del Telychiense. En la región surcentroibérica únicamente hemos podido reconocerlo en la Biozona de *Streptograptus crispus* de Corral de Calatrava (nivel CO-5).

### ***Pristiograptus largus* (Perner, 1899)**

(Fig. 18.5a; Lám. 9, fig. 16)

- \*1899 *Monograptus largus* n. sp.; Perner, p. 12; Lám. 14, figs. 6, 13, 23, 26.  
?1980 *Monograptus largus*; Robardet *et al.*, 114.  
cf.1989 *Pristiograptus cf. largus* (Perner); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 92.  
v2009a *Pristiograptus cf. largus* (Perner); Matas González *et al.*, p. 38.  
.2009 *Pristiograptus largus* (Perner); Loydell *et al.*, fig. 4r.

*Observaciones:* De esta rara especie poseemos tres ejemplares determinables con cierta seguridad, más varios fragmentos dudosos que asignamos a *P. cf. largus*. Se trata de una especie robusta del género en la que la línea dorsal del estipe se curva ventralmente cerca del extremo proximal, preludiando biostratigráficamente a otras formas comunes del Wenlock.

*Distribución:* Štorch (1994a) atribuye esta especie al rango comprendido por la Biozona de *Spirograptus spiralis* hasta la de *Cyrtograptus purchisoni*. En Gran Bretaña Loydell y Cave (1996) lo documentan en la Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*. En la zona de trabajo su registro es exclusivamente telychiense y se señala en la parte media de la Biozona de *Spirograptus spiralis* y en la parte baja de la de *Cyrtograptus lapworthi* en los sinclinales de Guadarranque (muestra PS-6) y Corral de Calatrava (cf. CO-16 y CO-16+1,6; además del material de Loydell *et al.*, 2009).

***Pristiograptus latus* (Bouček, 1932)**

(Fig. 18.5b; Lám. 9, figs. 9, 17)

- \*1932 *Monograptus dubius latus* n. var.; Bouček, pp. 1, 4; Figs. 2g-h.
- .1998 *Pristiograptus dubius latus* (Bouček); Štorch *et al.*, p. 321.
- .2009 *Pristiograptus latus* (Bouček); Loydell *et al.*, Fig. 6c.

*Observaciones:* Esta especie pertenece al grupo de *Pristiograptus dubius* (Suess), del que se distingue por su extremo proximal mucho más robusto y por las tecas distales, que presentan un mayor solapamiento.

*Distribución:* El rango de *Pristiograptus latus* abarca en Europa desde la Biozona de *Monograptus riccartonensis* hasta la parte alta de la de *M. belophorus-C. rigidus* (Sheinwoodiense). En la Zona Centroibérica su representante más antiguo se localiza en la parte alta de la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* de Corral de Calatrava (Loydell *et al.*, 2009), siendo común en las biozonas de *M. riccartonensis* y *M. belophorus-C. rigidus* de los sinclinales de Guadarranque (cf. 81-Ci-15), Corral de Calatrava (niveles CO-20 y CO-22) y Puertollano (cf. PT RE-12).

***Pristiograptus meneghini* (Gortani, 1922) s.l.**

(Lám. 9, figs. 10-12, 18-23)

- \*1922 *Monograptus Meneghinii* n. f.; Gortani, p. 47; Lám. 8 (1), figs. 3-8; Lám. 12 (5), fig. 6d; Lám. 13(6), figs. 2c, 4a.
- 1965 *Pristiograptus meneghini meneghini* (Gortani); Rickards, pp. 258-259; Fig. 2j; Lám. 29, fig. 7.
- ?1976 *Pristiograptus meneghini meneghini* Gort.; Gil Cid *et al.*, p. 25.
- v.1985 *Pristiograptus dubius pseudolatus* (Rickards); Pieren, p. 169.
- v.1990 *Pristiograptus dubius pseudolatus* Rickards; Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60.
- .1989 *Pristiograptus dubius* cf. *pseudolatus* (Rickards); Olivé Davó *et al.*, p. 42.
- vnon?1990 *Pristiograptus meneghini meneghini* (Gort.); Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60.
- 1991 *Pristiograptus meneghini* (Gortani); Lenz & Melchin, p. 228; Lám. 16, figs. A, B, C.
- .2000 *Pristiograptus meneghini* (Gorthani); Radzevicius & Paskevicius, p. 96; Lám. 1, fig. 1; Lám. 6, fig. C.
- ?2005b *Pristiograptus meneghini giganteus* (Gortani); Lorenzo *et al.*, p. 41.
- .2007 *Pristiograptus meneghini* (Gorthani); Radzevicius, pp. 29-30.
- v2009b *Pristiograptus* cf. *meneghini* (Gorthani); Matas González *et al.*, p. 39.

*Observaciones:* El rabdosoma de esta especie puede exceder de 8 cm de longitud y muestra una anchura máxima prácticamente constante, de hasta 2,2-2,5 mm en ejemplares con ligera expansión tectónica. El número de tecas es comparativamente más bajo que en las restantes formas robustas del género, observándose entre 7-8 tecas en 10 mm.

*Distribución:* *Pristiograptus meneghini* s.l. alcanza una amplia extensión, entre el Sheiwoodiense inferior y la base del Homerense, comprendida entre la Biozona de *Monograptus riccartonensis* y la de *Cyrtograptus lundgreni* en diversas localidades europeas y norteamericanas (Lenz y Melchin, 1991; Štorch, 1994a; Štorch y Piras, 2009), donde el morfotipo ancho (*P. meneghini giganteus*) es siempre el más tardío de la especie. En la región surcentroibérica, la especie se identifica entre la Biozona de *M. riccartonensis* y la de *Cyrtograptus ramosus*-*C. perneri*, si bien la mayor parte del material se presenta mal conservado y gran parte de los ejemplares constan como *P. cf. meneghini*. Sus localidades de procedencia se sitúan en los sinclinales de Guadarranque (Localidad de Casar de Guadarranque, Cíjara, revisión del material de Ramírez y Ramírez, 1955, *P. meneghini* ?), Herrera del Duque (niveles HD-B y entre HD-D y HD-H cf.), Almadén (localidad 1, casa del Pielerio) y Guadalmez (localidades cf. 15 y 16, del río Guadalmez; cf. CHW-4 y cf. CHW-9 de la estación de Chillón).

### ***Pristiograptus nudus* (Lapworth, 1880)**

- \*1880 *Monograptus Hisingeri* Carr. var. *nudus* var. nov.; Lapworth, p. 156; Lám. 4, figs. 7a-c.
- p.non1926 *Monograptus priodon* (Bronn); Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 32, 33, 36, 37; Lám. 3 (1), fig. 1).
- non1931 *Monograptus nudus* Lapworth; Haberfelner, pp. 54-55; Lám. 1, figs. 19a-c (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 83-84; Figs. 19a-c).
- ?1960 *Monograptus nudus*, Lapw.; Hernández Sampelayo, p. 15; Lám. 2, fig. 6.
- ?1961 *Monograptus nudus*; Márquez Triguero, p. 195.
- ?1963 *Pristiograptus nudus nudus* (Lapw.); Romariz, p. 133.
- 1971 *Monograptus (Pristiogr.) nudus nudus* Lapworth; Schauer, p. 62; Lám. 21, figs. 4-7; Lám. 22, figs. 12-13.
- 1975 *Monograptus nudus* Lapworth; Bjerreskov, pp. 47-48; Fig. 5C; Lám. 6E; tabla 4.
- ?1976 *Monograptus nudus* Lapworth; Lozac'h & Vidal, p. 33.
- ?1982 *Monograptus cf. nudus* (Lapworth); Ballestra *et al.*, p. 61.
- ?1982 *Monograptus nudus* Lapworth; Ballestra *et al.*, p. 63.
- cf.1987 *Pristiograptus cf. nudus* (Lapworth); Martín Herrero *et al.*, p. 21.
- v?1988 *Pristiograptus nudus* (Lapw.); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93.
- v?1988 *Pristiograptus cf. nudus* (Lapw.); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93.
- vnon1989 *Pristiograptus nudus* (Lapworth); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 91.
- v?1989 *Pristiograptus cf. nudus* (Lapworth); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 92.

*Observaciones:* Esta especie se reconoce casi exclusivamente si se dispone de la región proximal del radosoma, cuyo aspecto es más robusto que el de otras especies del género, llegando a alcanzar una anchura máxima de 2 mm. En la zona de trabajo ha sido citado en diversos yacimientos de los que no poseemos el material original o donde éste consiste en fragmentos distales de difícil adscripción. En ese sentido, “*Monograptus nudus*” *fide* Haberfelner (1931) se compone de restos distales de monográptidos, conservados de modo subescalariforme e incompleto, que podrían pertenecer incluso a los géneros *Monograptus* o *Monoclimacis*.



*Distribución:* El registro de la especie abarca un rango amplio dentro del Telychiense entre las biozonas de *Spirograptus turriculatus* y *Streptograptus crispus*, donde suele ser confundido con *Pristiograptus pristinus*, hasta la Biozona de *Monoclimacis crenulata* como mínimo (Zalasiewicz *et al.*, 2009), habiendo sido mencionado esencialmente en Europa. En la zona estudiada su aparición se restringe a la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* de la localidad de Corral de Calatrava (nivel CO-7).

### ***Pristiograptus praedubius* (Bouček, 1931)**

(Fig. 18.5c; Lám. 9, figs. 7, 15; Lám. 10, fig. 16)

- \*1931 *Monograptus praedubius* n. sp.; Bouček, pp. 2, 15; Figs. 1a-b.
- .1974 *Monograptus dubius praedubius* Bouček; Lauret, p. 62.
- .1998 *Pristiograptus praedubius* (Bouček); Štorch *et al.*, p. 321.
- .2009 *Pristiograptus praedubius* (Bouček); Loydell *et al.*, Fig. 4w.

*Observaciones:* La especie se distingue por su morfología similar a la de *Pristiograptus dubius*, con tecas rectas y extremo proximal arqueado, pero se diferencia de ella por el tamaño reducido del rabdosoma, que no supera los 2 cm de longitud, por la menor anchura (1,3 mm) y la menor densidad tecal (9-10 tecas en 10 mm). Su distribución estratigráfica también precede a la de *P. dubius*.

*Distribución:* En Europa central, el rango de *P. praedubius* se extiende entre la parte media de la Biozona de *Spirograptus spiralis* y la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni*, es decir, en la parte superior del Telychiense y la base del Sheinwoodiense (Štorch, 1994a; Zalasiewicz *et al.*, 2009). En la región surcentroibérica hemos identificado la especie en las biozonas de *O. spiralis* y *Cyrtograptus lapworthi* del Telychiense, así como en la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* del Sheinwoodiense, en los sinclinales de Corral de Calatrava (niveles CO-17, CO-18, CC JA-5), Valdeazogues-Puertollano [muestras PT RE-11/W (sección de Retamar), PT VAZ-11 y PT VAZ-13 (zona de Valdeazogues)] y Guadalmez (muestra GM-H) y en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches (cf. SB PQ-29).

### ***Pristiograptus pristinus* Přibyl, 1940**

(Lám. 9, fig. 6)

- ?p1926 *Monograptus dubius* Suess; Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, p. 37), Lám. 2.
- ?p1926 *Monograptus priodon* Bronn; Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, p. 32).
- ?p1931 *Monograptus concinnus* (Lapw.); Habermelner, pp. 52-53; Lám. 1, figs. 16a-d (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 79-80); Lám. 1, figs. 16b-d, non fig. 16a.
- v\*1940a *Pristiograptus nudus pristinus* Přibyl, pp. 4-5, Lám. 1, figs. 10, 11.
- ?1961 *Monograptus concinnus*; Márquez Triguero, pp. 194, 195.
- ?1988 *Atavograptus atavus* (Jones); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 92.

- .1993a *Pristiograptus pristinus* Příbyl; Loydell, pp. 65-66; Figs. 14 (2-4, 10, 11, 16, 17, 26-28); Lám. 2, fig. 9.
- .1996b *Pristiograptus pristinus* Příbyl; García Palacios *et al.*, p. 21.
- .1998 *Pristiograptus pristinus* Příbyl; Štorch *et al.*, p. 320.

*Observaciones:* Rabdosoma rectilíneo, delgado (1,6 mm de anchura máxima), con morfología muy parecida a la de *Pristiograptus nudus*, del que se distingue por su mayor anchura distal e incremento inicial más gradual, tecas menos espaciadas y diferente posición del ápice sicular en relación a la teca 2.

El aspecto de tres de los ejemplares con rabdosoma rectilíneo de Almadén y Los Guindos, ilustrados por Habermelner (1931, Lám. 1, fig. 16b-d), es muy parecido al de esta especie, y se corresponde con parte del material asignado por Henke y Hundt (1926) a taxones distintos. La traducción de la monografía de Habermelner (1931) fue utilizada por Márquez Triguero (1961) para identificar material de la región de San Benito (Ciudad Real), por lo que es posible arrastrarse una confusión similar con *P. pristinus*.

*Distribución:* *Pristiograptus pristinus* se distribuye entre las biozonas de *Rastrites linnaei* y *Streptograptus crispus*, del Telychiense, en diversas localidades europeas, norteamericanas, norteafricanas y asiáticas (Loydell, 1993b; Štorch, 1994a). En la zona de trabajo ha sido encontrado en la Biozona de *Rastrites linnaei* de los sinclinales de Corral de Calatrava (sección del río Jabalón: nivel CO-2, y sección de la confluencia de los ríos Gadiana y Jabalón: nivel CC GU JA-12) y Guadalmez (localidades CHE-4 y GM GRE), así como en la Biozona de *Streptograptus crispus* de la localidad CO-5/7 (*P. cf. pristinus*). La especie podría estar representada también en la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* de la localidad SB-ASJ-1 (flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches), tratándose entonces de su último registro conocido, que queda pendiente de confirmar hasta el hallazgo de ejemplares en mejor estado de conservación.

### ***Pristiograptus pseudodubius* (Bouček, 1932)**

(Lám. 9, figs. 13-14; Lám 10, figs. 11-15, 17-18)

- \*1932 *Monograptus pseudodubius* Bouček, pp. 1-2; Figs. 2e-f.
- .1943 *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček); Příbyl, pp. 8-9; Fig. 1.3; Lám. 1, fig. 8.
- 1965 *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček); Rickards, pp. 259-260; Fig. 2i; Lám. 29, fig. 10.
- v?1990 *Pristiograptus meneghini meneghini* (Gort.); Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60.
- .1998 *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček); Štorch *et al.*, p. 322.
- .2000 *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček); Radzevicius & Paskevicius, pp. 92-94; Lám. 2, fig. 1; Lám. 6, fig. H.
- .2007 *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček); Radzevicius, pp. 25-26.

*Observaciones:* Se trata de una especie muy parecida a *Pristiograptus dubius*, del que se diferencia porque la curvatura ventral del rabdosoma no se restringe exclusivamente a

su extremo proximal, sino que se presenta más atenuada y afecta a la porción mesial del mismo. La anchura máxima del rabdosoma también es ligeramente inferior (1,4 mm) a la de *P. dubius* (2 mm).

**Distribución:** En Europa central y septentrional, *P. pseudodubius* ha sido registrado entre la Biozona de *Cyrtograptus rigidus* y la de *C. lundgreni* (Štorch, 1994a), parte alta del Sheinwoodiense y base del Homeriense. En la Zona Centroibérica hemos identificado la especie en las biozonas de *C. ramosus*-*C. perneri* y *C. lundgreni* de los sinclinales de Corral de Calatrava (niveles CO-29, CO-32, CO-33 y CO-34), Herrera del Duque en la localidad HD-J(?), Almadén (ex gr. AL AV-4), Valdeazogues-Puertollano (niveles cf. PT VAZ-8, PT RE-13, PT RE-14, PT RE-17, PT RE-21, PT RE-22, PT RE-23), Guadalmez (niveles CHW-14, CHW-25y CHW-29 de la sucesión occidental de la estación de Chillón y localidades 29 y cf. 24) y en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches (sección de San Benito: nivel SB PQ-37bis).

### ***Pristiograptus renaudi* (Philippot, 1950)**

(Lám. 9, figs. 1-3)

\*1950 *Monograptus Renaudi* nov. sp.; Philippot, pp. 251-254; Figs. 22 (1-3).

. 1993a *Pristiograptus renaudi* (Philippot); Loydell, pp. 66, 68; Figs. 14 (5, 18-20, 30-32); Lám. 2, fig. 10.

2006 *Pristiograptus* cf. *renaudi* (Philippot); Štorch & Massa, p. 105; Figs. 9D-E.

**Observaciones:** Esta especie del Llandovery es fácil de reconocer por su curvatura dorsal proximal y la tendencia rectilínea, o con leve curvatura variable, del resto del rabdosoma, que puede superar los 20 cm de longitud. La anchura se incrementa muy gradualmente desde 0,35 mm en la teca 1 hasta un máximo distal de 1-1,3 mm. Las tecas presentan una inclinación de 20 a 25° y se hallan en número de 10 en 10 mm. Su solapamiento se incrementa distalmente desde un décimo a un medio de la longitud tecal.

Los fragmentos distales de *Pristiograptus renaudi* son difíciles de distinguir de los de *P. variabilis* (Perner), que tiene un número de tecas levemente mayor.

**Distribución:** En nuestra zona de estudio *Pristiograptus renaudi* se extiende por toda la Biozona de *Rastrites linnaei* (Telychiense inferior), a veces formando acumulaciones monoespecíficas. La especie fue definida originalmente en el Macizo Armoricano francés e identificada también en Alemania y Gran Bretaña, donde llega a designar una subzona en la parte alta de la Biozona de *Spirograptus guerichi* (Loydell, 1991, 1992, 1993a; Zalasiewicz *et al.*, 2009). Štorch y Massa (2006) citan la probable aparición de la especie en el Aeroniense terminal del norte de África.

Las localidades centroibéricas donde hemos encontrado la especie se distribuyen por los sinclinales de Guadarranque (PN-1 (= NP-A-1a) y cf. 81-Ci-2), Corral de Calatrava (niveles CC GJ-14, CC GJ-15) y Guadalmez (niveles CHE-3 y CHE-4 de la sección de Chillón oeste)

***Pristiograptus variabilis* (Perner, 1897)**

(Lám. 9, figs. 5, 8)

- v\*1897 *Monograptus jaculum*, Lapw., var. *variabilis* mihi.; Perner, p. 12; Lám. 13, figs. 10, 11, 15.
- ?1926 *Monograptus variabilis* Perner; Hernández Sampelayo, p. 437.
- non1960 *Monograptus variabilis*, Perner; Hernández Sampelayo, Lám. 2, fig. 5.
- non1960 *Monograptus* cf. *variabilis*, Perner; Hernández Sampelayo, p. 15; Lám. 2, fig. 5a.
- 1971 *Monograptus (Pristiograptus) nudus variabilis* Perner; Schauer, p. 62; Lám. 21, fig. 8; Lám. 22, figs. 10, 11.
- ?1976 *Pristiograptus variabilis* Perner; Gil Cid *et al.*, p. 25.
- ?1980 *Monograptus variabilis*; Robardet *et al.*, p. 114.
- v?1988 *Pristiograptus variabilis* (Perner); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93.
- 1989 *Pristiograptus* cf. *variabilis* (Perner); Rodríguez-Núñez *et al.*, p. 91.
- ?1990 *Pristiograptus variabilis* (Perner); Rodríguez Pevida *et al.*, p. 19.
- .1993a *Pristiograptus variabilis* (Perner); Loydell, pp. 69-71, Fig-text. 14, figs. 7, 8, 21, 22, 34.
- cf.1996b *Pristiograptus* cf. *variabilis* (Perner); García Palacios *et al.*, p. 21.
- .1998 *Pristiograptus variabilis* (Perner); Štorch *et al.*, p. 320.
- ?2005b *Pristiograptus variabilis* (Perner); Lorenzo *et al.*, p. 41.

*Observaciones:* La especie se caracteriza por un radosoma rectilíneo que aumenta en anchura de un modo muy gradual, desde 0,35 mm en la teca 1 hasta un máximo de 1 mm distal. Las tecas están poco inclinadas y su solapamiento se incrementa desde ¼ en la región proximal a ½ de la longitud en las tecas distales. El número de tecas oscila entre 10-11 en 10 mm.

*Distribución:* *Pristiograptus variabilis* es una forma bastante difundida, aunque mal caracterizada, cuya extensión, dentro del Telychiense inferior, abarca la totalidad de la Biozona de *R. linnaei* y la parte basal de la Biozona de *S. turriculatus* en Gran Bretaña, Europa central y meridional, norte de África y Asia central y oriental. En la región surcentroibérica hemos identificado esta especie en los sinclinales de Corral de Calatrava (sección del río Jabalón: niveles CO-1, aff. CO-4A y sección de la confluencia de los ríos Guadiana y Jabalón: CC GU JA-12, CC GJ-13, CC GJ-14, CC GJ-15) y Guadalmez (localidad GM GRE, sección de la estación de Chillón: niveles CHE-2, CHE-3 y sección de Guadalmez norte: cf. GM GN-3).

***Pristiograptus?* spp.**

- non1926 *Monograptus regularis* Tqt.; Hernández Sampelayo, p. 438; Fig. 4.
- ?non1926 *Monograptus concinnus*, Lapworth; Hernández Sampelayo, p. 437.
- non1926 *Monograptus regularis* Tqt.; Hernández Sampelayo, p. 438; Fig. 4.
- non1960 *Monograptus concinnus*, Lapw.; Hernández Sampelayo, pp. 15, 50; Lám. 2, figs. 3, 3a, 3b; Lám. 26, fig. 1.
- non1960 *Monograptus jaculum*, Lapw.; Hernández Sampelayo, Lám. 2, fig. 4.
- non1960 *Monograptus regularis*, Törnq.; Hernández Sampelayo, p. 25.

- non1960 *Monograptus* cf. *regularis*, Törnq.; Hernández Sampelayo, p. 47.
- ?1971 *Monoclimacis* cf. *muntius* (Barr); Corretgé & García de Figuerola, p. 187.
- ?1971 *Pristiograptus jaculum* (Lapw.); Corretgé & García de Figuerola, p. 187.
- ?1971a *Monograptus jaculum?*, Lapw.; Saupé, pp. 144, 147.
- ?1976 *Pristiograptus sardous eximius* Gort.; Gil Cid *et al.*, p. 25.
- ?1989 *Pristiograptus tumescens* cf. *tumescens* (Wood); Rodríguez-Núñez *et al.*, p. 98.

*Observaciones:* A partir del trabajo de Hernández Sampelayo (1960) se han citado diversas especies de *Pristiograptus* propias del Aeroniense, supuestamente representadas también en niveles del Telychiense de la región de Almadén y Cabeza del Buey, como ocurre con *Pristiograptus concinnus* (Lapworth), *P. jaculum* (Lapworth) y *P. regularis* (Törnquist). Ninguna de ellas ha podido ser confirmadas con las ilustraciones disponibles. Lo mismo sucede con las identificaciones de *P. concinnus* incluidas en sendos informes mineros, realizados en 1971 y 1975 por la compañía C.G.S. para MAYASA, respectivamente al este de Almadenejos y norte de Gargantiel (C.G.S., 1971; Coullaut *et al.*, 1975).

Por su parte, Corretgé & García de Figuerola (1971) citan *P. nuntius* (Barrande) en un yacimiento del Monfragüe que no ha sido revisado. Otras especies más modernas del género, como *Pristiograptus sardous eximius* (Gortani) del Wenlock y *P. cf. tumescens* (Wood) del Ludlow, fueron citadas también en el sinclinal de Guadarranque. La primera corresponde a un monograptido indeterminable (tectonizado) y la segunda podría constituir una variante preservacional de *P. dubius* (Suess).

### **Género *Campograptus* Obut, 1949, emend. Štorch, 1998**

Especie tipo: *Monograptus convolutus* var. *communis* Lapworth, 1876, del Llandovery de Escocia.

#### ***Campograptus lobiferus* (M'Coy, 1850)**

(Lám. 11, figs. 18-22)

- \*1850 *Graptolites lobiferus* M'Coy, p. 270.
- 1855 *Graptolites lobiferus* M'Coy; M'Coy, p. 4; Lám. 1B. fig.3.
- non1926 *M. lobiferus* (M'Coy); Henke, p. 314.
- non1931 *Monograptus lobiferus* (M'Coy); Haberfelner, pp. 57-58; Lám. 1, figs. 22a, b (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 89-91; Figs. 23a-b).
- non1960 *Monograptus lobiferus*, (M'Coy); Hernández Sampelayo, pp. 18, 25; Lám. 5, fig. 33d.
- non1961 *Monograptus lobiferus*; Márquez Triguero, pp. 194, 195.
- ?1962 *Monograptus lobiferus*, (M'Coy); Almela *et al.*, pp. 212, 220, 221, 240, 253.
- ?1971 *Monograptus lobiferus* (Mc Coy); Corretgé & García de Figuerola, p. 187.
- ?1971a *Monograptus lobiferus*, (M'Coy); Saupé, p. 144.
- non1971b *Monograptus* cf. *lobiferus* (Mc Coy); Saupé, p. 362.

- 1975 *Monograptus lobiferus lobiferus* (M'Coy); Bjerreskov, pp. 66-67; Fig. 20C; Lám. 10, fig. D.
- non 1977 *Streptograptus lobiferus* (M'Coy); Ríos Aragüés, p. 81.
- ?1982 *Monograptus* cf. *lobiferus* (Mc Coy); Ballestra *et al.*, p. 61.
- ?1982 *Monograptus lobiferus*; Ballestra *et al.*, p. 63.
- ?1988 *Monograptus* cf. *lobiferus* (McCoy); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 92.
- .1996b *Monograptus lobiferus* (McCoy); García Palacios *et al.*, p. 20.
- .1998c *Campograptus lobiferus lobiferus* (McCoy); Štorch, p. 244; Figs. 10, 6A-C; Lám. 12, figs. 7-8.
- .2009 *Campograptus lobiferus* (McCoy); Loydell & Maletz, pp. 286, 288; Lám. 8, Figs-text. 1D, 4.

*Observaciones:* Nuestro material consiste en fragmentos mesio-distales de estipes con la característica morfología y dimensiones de *C. lobiferus*. La ausencia de extremos proximales y la mala conservación de los ejemplares impide comprobar la presencia de las espinas descritas en *C. lobiferus harpago* (Törnquist).

“*Monograptus*” *lobiferus* ha sido citado con frecuencia en la Zona Centroibérica, pero la mayor parte de las menciones son dudosas por corresponder a asociaciones que incluyen formas típicamente telychienses (por ej. Saupé, 1971). El material de Henke (1926) reestudiado por Haberfelner (1931) corresponde a dos monograptidos del grupo *M. priodon*, en tanto que los ejemplares ilustrados por Hernández Sampelayo (1960) de “*M.*” *lobiferus* o formas relacionadas con la especie (“*M. lobiferus distans*”, “*M. lobiferus rostellum*”) son fragmentos totalmente indeterminables. La única localidad histórica con cierta verosimilitud es la número 130 de Almela *et al.* (1962), ubicada al sur de Alamillo, donde los autores identificaron la especie en asociación con “*M.*” *convolutus*. Sin embargo, la búsqueda de este yacimiento aeroniense ha resultado infructuosa, y aparentemente ha desaparecido por recubrimientos posteriores.

*Distribución:* *Campograptus lobiferus* s. l. es un graptolito típicamente aeroniense que se distribuye en las biozonas de *Pribylograptus leptotheca*, *Lituigraptus convolutus* y parte baja de la de *Stimulograptus sedgwickii*. En la zona de trabajo se ha identificado en la Biozona de *L. convolutus* del sinclinal de Puertollano (Cañada de Cantohincado), y en niveles indeterminados del Aeroniense del sinclinal de Corral de Calatrava (horizontes CC GU JA-10 y CC GU JA-11) y del sinclinal de Guadalmez [horizonte CHE-(-2)].

#### **non *Campograptus* spp.**

*Observaciones:* Además de *Campograptus lobiferus*, en la zona de estudio fueron citadas otras especies asignadas actualmente al mismo género, como *C. communis* (Lapworth, 1876), *C. communis rostratus* (Elles & Wood, 1913) y *C. millepeda* (McCoy, 1850). En los tres casos, los pretendidos registros de especies aeronienses corresponden a yacimientos de edad Telychiense, lo que de momento nos lleva a descartar la presencia de especies distintas a *C. lobiferus* en la Zona Centroibérica meridional. Parte de las citas a las especies mencionadas serán o han sido tratadas en las sinonimias correspondientes a dos formas de *Torquigraptus*. En esencia la confusión

parte del trabajo de Henke & Hundt (1926), quienes identificaron *Monograptus millipeda* M'Coy -sic- en Almadén (= *Campograptus millepeda*), más tarde reasignado a *Monograptus communis* var. *rostratus* E.-W. (= *C. communis rostratus*) por Habermehl (1931). El último autor describe e ilustra material de esta especie y de *Monograptus* cf. *communis* (Lapworth) (= *C. cf. communis*) procedente de Almadén que, en nuestra opinión, es reasignable a *Torquigraptus planus* (Elles & Wood). Otros autores influenciados por la traducción española del trabajo de Habermehl (1931) multiplican las identificaciones basadas en sus ilustraciones (Hernández Sampelayo, 1960; Márquez Triguero, 1961). Uno de los ejemplares de “*M. communis*” de Hernández Sampelayo (1960, lám. 10, fig. 43b) podría corresponder tanto a *Oktavites spiralis* (Geinitz) como a *Torquigraptus australis* Štorch. El resto de los ejemplares ilustrados por el mismo autor como “*M. communis* var. *rostratus*”, “*M. millipeda*” o “*M. communis*” consisten en fragmentos indeterminables de monográtidos con rabdósoma curvo. Finalmente, la cita de “*M. communis*” hecha por Saupé (1971), corresponde a una localidad telychiense al este de Almadén, con *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol) y *Retiolites geinitzianus* Barrande. Como veremos más adelante, la cita de “*M. communis rostratus*” en el subsuelo de El Centenillo (Gutiérrez-Marco y Pineda, 1988), corresponde muy probablemente a *T. arcuatus* (Bouček).

### Género *Streptograptus* Yin, 1937, emend. Loydell, 1990

Especie tipo: *Graptolithus plumosus* Baily, 1871, del Llandovery de Irlanda del Norte.

#### *Streptograptus anguinus* (Příbyl, 1941)

(Fig. 17.3b; Lám. 11, fig. 1)

- \*1941 *Monograptus (Streptograptus) anguinus* n. sp.; Příbyl, pp. 4-5; Lám. 2, figs. 2-4.
- .1975 *Monograptus anguinus* Příbyl; Bjerreskov, pp. 63-64; Lám. 9, figs. E-G.
- .2009 *Streptograptus anguinus* (Příbyl); Loydell et al., Fig. 6k.

*Observaciones:* La especie está muy mal caracterizada en la región surcentroibérica dado que, aparte del ejemplar ilustrado por Loydell et al. (2009) en Corral de Calatrava, apenas poseemos varios fragmentos distales con una curvatura ventral ligeramente más acentuada, pero comparable a la de algunos ejemplares bohémicos (Bouček & Příbyl, 1942, fig. 3n). De todos modos, a falta de rabdósomas completos, optamos por identificarlos como *S. cf. anguinus*.

*Distribución:* *Streptograptus anguinus* se restringe a la parte inferior y media de la Biozona de *Oktavites spiralis*, del Telychiense, en Europa central y septentrional. En la región surcentroibérica es una especie rara en la parte media de la misma biozona en la sección de Corral de Calatrava (Loydell et al., 2009) y se halla probablemente representada en la Biozona de *O. spiralis* del sinclinal de Guadalmez (cf. localidades GM GN-6 y EB-5).

**“*Streptograptus*” *antennularius* (Meneghini, 1857)**

(Lám. 11, figs. 2-5, 10-12)

- \*1857 *Graptolithus* (*Monograptus*) *antennularius* n. f.; Meneghini, p. 156; Lám. B, figs. I, 1a, b.
- non1926 *Monograptus retroflexus* Tullberg; Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, p. 33).
- .1942 *Monograptus* (*Streptograptus*) *antennularius* (Meneghini); Bouček & Příbyl, pp. 13-15; Figs. 51-p; Lám. 3, figs. 6-8.
- ?1971b *Monograptus* cf. *capillaceus* (Tullb.); Saupe, p. 362.
- 1978 *Monograptus antennularius* (Meneghini); Jaeger, pp. 101-102; Fig. 1f; Lám. 1, fig. 2.
- .1986 *Monograptus antennularius* (Meneghini); Teller, pp. 59-61; Figs. 8-9; Lám. 1, fig. 10; Lám. 4, figs. 10-11; Lám. 5, figs. 10-11.
- v.1990 *Diversograptus* sp; Pieren y Gutiérrez-Marco, p. 60. (nivel HD-E)
- v.?1990 *Diversograptus* cf. *ramosus* Manck; Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60.
- .1998 *Monograptus antennularius* (Meneghini); Štorch *et al.*, p. 321.
- .2009 “*Streptograptus*” *antennularius* (Meneghini); Štorch & Piras, p. 88; Fig. 4f.
- .2009 *Monograptus antennularius* (Meneghini); Zalasiewicz *et al.*, p. 821.
- .2011 *Streptograptus antennularius* (Meneghini); Piras *et al.*, p. 12; Figs. 4.1, 4.2, 4.4, 4.5, 5.4b, 5.5b.

*Observaciones:* El rhabdosoma tiene un aspecto flexuoso, con doble curvatura proximal, y alcanza 1 mm de anchura distal. El número de tecas en 10 mm varía entre 7 y 9.

En nuestro material no se aprecian con claridad los detalles tecaes, por lo que no aporta nada a la discusión sobre la identidad genérica de la especie. Las tecas mantienen un aspecto general “estreptograptido”, en horizontes inusualmente elevados para el género (Loydell & Maletz, 2004), donde solo podría confundirse con “*Streptograptus*” *retroflexus* (Tullberg, 1883), que alcanza la Biozona de *Cyrtograptus ramosus*-*C. perneri*. Sin embargo, dicha especie es más fina y tiene una mayor densidad tecal. En la región estudiada, “*S.*” *retroflexus* fue citado erróneamente por Henke & Hundt (1926) en niveles telychienses de Los Guindos (Habermelner, 1931) donde, es nuestra opinión, pudo ser confundido con *Stimulograptus becki* (Barrande).

*Distribución:* En Europa continental, “*Streptograptus*” *antennularius* es común en la Biozona de *Monograptus belophorus*-*Cyrtograptus rigidus* del Sheinwoodiense de Bohemia, Cerdeña, Alpes Cárnicos y Bulgaria (Bouček & Příbyl, 1942; Jaeger, 1978, 1980; Barca & Jaeger, 1989; Štorch, 1994a; Štorch & Piras, 2009; Piras *et al.*, 2011). El registro de la especie en Gran Bretaña se inicia ligeramente antes, en las biozonas de *Monograptus riccartonensis* y *Pristiograptus dubius* (White *et al.*, 1992; Zalasiewicz *et al.*, 2009). En la región surcentroibérica, “*S.*” *antennularius* se circunscribe a la Biozona de *Monograptus belophorus*-*Cyrtograptus rigidus* en los sinclinales de Herrera del Duque (niveles HD-E y HD-F), Corral de Calatrava (niveles CO-23, CO-25, CO-26) y Almadén (loc. 4 de Gargantiel). Un posible sinónimo posterior de “*S.*” *antennularius*, “*Monograptus*” *capillaceus* Tullberg, 1883 (de acuerdo con Strachan, 1997) fue citado por Saupe (1971) al este de Almadén, en una asociación de probable edad Sheinwoodiense que no ha sido revisada.



### ***Streptograptus crispus* (Lapworth, 1876)**

- \*1876 *Monograptus crispus* Lapworth, pp 503- 504; Lám. 20, figs. 7 a-c.
- .1970 *Monograptus crispus* Lapworth; Rickards, pp. 77-78; Figs. 16. 12.
- ?1971a *Monograptus crispus*, Lapw.; Saupé, p. 147.
- non1972 *Monograptus crispus* Lapw.; Tamain, pp. 303, 304; Lám. 15, fig. 5.
- .1975 *Monograptus crispus* Lapworth, 1876; Bjerreskov, pp 74-75; Fig. 21B.
- .1985 *Prochnygraptus crispus* (Lapworth); Příbyl & Štorch, pp. 162-163; Lám. 1, figs. 1, 2.
- v.1988 *Monograptus crispus* Lapworth; Portero *et al.*, p. 25.
- .1991 *Monograptus crispus* Lapworth; Kappes, p. 58.
- .1994 *Monograptus crispus* Lapworth; Zalesiewicz, p. 392; Figs. 4A-H.
- .2004 *Streptograptus crispus* (Lapworth); Loydell & Maletz, pp. 87, 90; Figs. 21 A-E.

*Observaciones:* Esta especie se encuentra muy mal representada en la región surcentroibérica, pero los fragmentos de estipes con curvaturas variables y las metatecas enrolladas resultan muy característicos, en niveles con *Torquigraptus arcuatus* o situados por encima de la Biozona de *Spirograptus turriculatus*. El ejemplar asignado por Tamain (1972) a “*M.*” *crispus* muestra unas tecas poco elaboradas y es bastante más antiguo (Subzona de *Parapetalolithus palmeus*), pudiendo tratarse de un fragmento proximal de *Paradiversograptus* sp.

*Distribución:* *Streptograptus crispus* es una forma cosmopolita de gran interés bioestratigráfico (Loydell, 2012, fig. 4). En la región surcentroibérica se registra en su biozona homónima del Telychiense, en el sinclinal de Corral de Calatrava (niveles CO-5 y CO-5/7) y tal vez en el de Guadarranque (cf. PS-2). En Santa Eufemia detectamos *S.* cf. *crispus* en la base de la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* [localidad GM PO (S)], lo que es comparable a los últimos registros de la especie en Bohemia (Štorch, 1994a).

### ***Streptograptus exiguus* (Nicholson, 1868)**

(Lám. 11, fig. 9)

- \*1868 *Graptolithus lobiferus* var. *exiguus* Nicholson, p. 533, Lám. 19, figs. 27-28.
- ?1926 *Monograptus exiguus* Barr.; Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, p. 37)
- ?1931 *Monograptus runcinatus* Lapworth; Habermelner, pp. 58-59; Lám. 1, figs. 23a, b. (Trad. B. Meléndez, 1952; p. 91; Figs. 24a-b).
- .1942 *Monograptus* (*Streptograptus*) *exiguus* (Nicholson); Bouček & Příbyl, pp. 5-6; Figs. 3a-d; Lám. 1, figs. 1-3.
- 1970 *Monograptus exiguus* (Nicholson); Rickards, p. 78; Lám. 8, figs. 3-8.
- 1975 *Monograptus exiguus* s. l. (Nicholson); Bjerreskov, pp. 60-62, Figs. F, G.
- ?1988 *Monograptus* cf. *exiguus* (Nicholson); Portero *et al.*, p. 25.
- .1994 *Streptograptus exiguus* (Nicholson); Zalasiewicz, pp. 381, 383, Fig. 3D.

*Observaciones:* El rabdosoma es pequeño y en forma de garfio, con metatecas bien marcadas y protecas cortas. El estipe alcanza una anchura máxima de 0,5 mm y el número de tecas varía entre 12 y 14 en 10 mm.

*Distribución:* En Europa *S. exiguus* se extiende desde la Biozona de *Spirograptus turriculatus* hasta la base de la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*, del Telychiense. En la región surcentroibérica sus únicos registros se sitúan en la Biozona de *Monograptus crispus* de los sinclinales de Corral de Calatrava (nivel CO-5/7) y Almadén (localidad AL LP-B).

### ***Streptograptus cf. filiformis* Chen, 1984**

(Lám. 11, fig. 8)

- cf.\*1984 *Streptograptus becki filiformis* subsp. nov.; Chen, pp. 74- 75, Lám. 18, figs 1,6 (? 4).
- cf.1993a *Streptograptus filiformis* Chen; Loydell, pp. 91-93; Figs. 18 (1, 17, 18, 26, 35, 36); Lám. 4, figs. 2,7.
- cf. 2004 *Streptograptus filiformis* Chen; Loydell & Maletz, p. 77; Figs. 10A-H, 11A-B.

*Observaciones:* Poseemos únicamente fragmentos de un rabdosoma con metatecas estreptograptidas muy poco prominentes y protecas prácticamente paralelas al eje del estipe. La anchura máxima observada es de 0,45 mm y el número de tecas en 10 mm oscila entre 10 y 11.

*Distribución:* En China *S. filiformis* se localiza en el Telychiense inferior, en la Biozona de *R. linnaei*, y su registro en Gran Bretaña se extiende hasta la parte media de la Biozona de *S. turriculatus* (Loydell, 1993a). El material surcentroibérico es muy fragmentario y por eso hemos optado por identificarlo como *S. cf. filiformis*, pero procede igualmente de la Biozona de *R. linnaei*, en este caso en los sinclinales de Corral de Calatrava (nivel CC GJ-15) y Guadalmez (nivel CHE-3, de la estación de Chillón).

### ***Streptograptus linearis* Chen, 1984**

(Lám. 11, fig. 6)

- \*1984 *Streptograptus anguinus linearis* subsp. n.; Chen, p. 72; Lám. 16, figs. 6, 9-11, 14, 15; Lám. 17, fig.1.
- v.1998 *Streptograptus linearis* Chen; Štorch *et al.*, p. 320.
- .1998b *Streptograptus linearis* Chen; Štorch, pp. 126-127; Fig. 4 (10); Lám. 2, fig. 3.

*Observaciones:* El rabdosoma presenta curvatura ventral y tiene forma de anzuelo abierto, que se expande gradualmente hasta una anchura máxima de 0,6-0,65 mm. Las metatecas estreptograptidas representan la mitad de la anchura del estipe.

**Distribución:** La especie fue descrita del Telychiense inferior en la parte superior de la Biozona de *Rastrites linnaei* de China, y encontrada más tarde en Suecia (Loydell, 1993b) y en la Subzona de *Parapetalolithus hispanicus* de Checa (Guadalajara: “*Streptograptus* cf. *johnsonae* ? sp. n.” en Gutiérrez-Marco & Štorch, 1998) y Corral de Calatrava (Štorch *et al.*, 1998; Štorch, 1998a). Esta última localidad (nivel CO-1) representa el único registro de *Streptograptus linearis* dentro de nuestra zona de trabajo, del que añadimos la primera ilustración del material centroibérico.

### ***Streptograptus* cf. *nodifer* (Törnquist, 1892)**

(Fig. 17.3e; Lám. 11, fig. 7)

- cf.\*1892 *Monograptus nodifer* Törnquist, p. 26; Lám. 11, figs. 23-28.
- ?1982 *Monograptus* sp. ex gr. *nodifer*? (Törnquist); Ballestra *et al.*, p. 62.
- .2009 *Streptograptus nodifer* (Törnquist); Loydell *et al.*, Fig. 4z.

**Observaciones:** A pesar de contar con fragmentos de estipes curvados ventralmente, de 0,6-0,8 mm de anchura y unas 10 tecas en 10 mm, la morfología tecal tan característica, ilustrada por Rickards *et al.* (1977, fig. 32), constituye el principal criterio de vinculación taxonómica.

**Distribución:** La forma nominal es característica de la Biozona de *Oktavites spiralis* del Telychiense en distintos yacimientos europeos. En la zona de trabajo la encontramos en idéntica posición estratigráfica en los sinclinales de Corral de Calatrava (Loydell *et al.*, 2009) y Guadalmez (localidad GM GN-6).

### ***Streptograptus plumosus* (Baily, 1871)**

(Lám. 11, figs. 13-17)

- \*1871 *Graptolithus plumosus* Baily, pp. 22-23, Figs 1a-c.
- .1942 *Monograptus* (*Streptograptus*) *exiguus primulus* n. subsp.; Bouček & Přibyl, p. 7; Figs. 3e-j; Lám. 1, fig. 4.
- ?1968 *Monograptus exiguus* cf. *primulus* Bouček & Přibyl; Butenweg, p. 52.
- ?1980 *Monograptus exiguus primulus*; Robardet *et al.*, p. 114.
- .1990a *Streptograptus plumosus* (Baily); Loydell, pp. 938, 940; Figs. 1, 2; Lám. 1, figs. 3, 4.
- .1993a *Streptograptus plumosus* (Baily); Loydell, p. 94; Figs. 18 (4, 7, 8, 12, 13, 24, 31, 32); Lám. 4, figs. 8-10.

**Observaciones:** El rhabdosoma tiene una forma de anzuelo muy pronunciada: la curvatura de las dos primeras tecas puede ser incluso dorsal, pero enseguida el estipe adopta una marcada curvatura ventral. Las metatecas son prominentes y representan la mitad de la anchura del estipe, que alcanza un máximo distal de 1 mm.

**Distribución:** *S. plumosus* es la especie más antigua del género con morfología de anzuelo, cuyo registro abarca desde la base de la Biozona de *Rastrites linnaei* hasta la base de la Biozona de *Spirograptus turriculatus*, alcanzando una distribución

prácticamente cosmopolita en el Telychiense inferior. En la región surcentroibérica, *S. plumosus* ha sido caracterizado, en los mismos niveles estratigráficos que en el resto del mundo, en los sinclinales de Guadarranque (yacimiento cf. PN-1), Corral de Calatrava (niveles cf. CO-4A y CO-4), Almadén (yacimiento AL LP-A, de la sección del Arroyo del Lápiz) y Guadalmez (niveles cf. CHE-2 y cf. CHE-4 de la sección de la estación de Chillón)

### ***Streptograptus speciosus* (Tullberg, 1883)**

(Fig. 17.3d)

- \*1883 *Monograptus speciosus* Tullberg, p. 21, Lám. 2, figs. 16-19.
- 1942 *Monograptus (Streptograptus) speciosus* Tullberg; Bouček & Příbyl, pp. 8-9, Figs. 3o-s, Lám. 2, figs. 7-9.
- 1975 *Monograptus speciosus* Tullberg; Bjerreskov, p. 76; Fig. 22A<sub>1-2</sub>, Lám. 12, fig. A.
- .2009 *Streptograptus speciosus* (Tullberg); Loydell *et al.*, Fig 4k.

*Observaciones:* El material estudiado consiste únicamente en fragmentos mesio-distales, rectilíneos o con una leve curvatura ventral, que alcanzan 1 mm de anchura máxima y muestran las metatecas bien marcadas, en número de 9 en 10 mm, que sobresalen aproximadamente un tercio de la anchura total del raddosoma.

*Distribución:* Hasta el momento la especie solo ha sido registrada con seguridad en el Telychiense de Europa, desde la parte alta de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi* hasta la base de la Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*. En la región surcentroibérica aparece restringida de momento a la sección de Corral de Calatrava, donde no se extiende por encima de la parte media de la Biozona de *Oktavites spiralis* (Loydell *et al.*, 2009).

### ***Streptograptus storchi* Loydell, 1991**

- \*1991 *Streptograptus storchi* sp. nov. Loydell, pp. 234, 236; Figs. 21d, 22c-e.
- .1993a *Streptograptus storchi* Loydell; Loydell, p. 98; Figs. 18 (5, 20, 29).
- 2004 *Streptograptus storchi* Loydell; Loydell & Maletz, pp. 76-77; Figs. 8A-H.

*Observaciones:* El raddosoma de esta especie es rectilíneo y alcanza 1 mm de anchura. Las tecas estreptograptidas retrovertidas representan solo un cuarto a un tercio de la anchura dorsoventral del estipe, y su número es de 9,5-10 en 10 mm.

*Distribución:* *Streptograptus storchi* alcanza una amplia distribución geográfica (Europa, Norteamérica, Asia) y su registro abarca, dentro del Telychiense inferior, desde la parte alta de la Biozona de *Rastrites linnaei* hasta el techo de la de *Spirograptus turriculatus*. En la zona de estudio, su presencia ha sido determinada únicamente en la parte baja de la Biozona de *Spirograptus turriculatus* en la sección de Corral de Calatrava (nivel CO-4/4A).

### ***Streptograptus wimani* (Bouček, 1932)**

- \*1932 *Monograptus wimani* n. sp., Bouček, pp. 153-155; Figs. 1h-i.
- .1951 *Monograptus (Globosograptus) wimani* Bouček; Bouček & Příbyl, pp. 4-5; Fig. 1b; Lám. 2, figs. 5-7.
- .1996 *Streptograptus wimani* (Bouček); Loydell, p. 891; Figs. 1.1-1.2.
- .2006 *Streptograptus wimani* (Bouček); Loydell & Nestor, p. 596; Lám. 6, figs. 1-9.
- .2009 *Streptograptus wimani* (Bouček); Loydell *et al.*, Fig. 4f.

*Observaciones:* El radosoma tiene forma arqueada, con curvatura dorsal proximal y tendencia a volverse rectilíneo distalmente. Su anchura máxima alcanza 0,5-0,8 mm. Las tecas tienen una porción protecal levemente subtriangular, y una metateca prominente y retroversa. El número de tecas es de 6-8 en 10 mm.

*Distribución:* En la región surcentroibérica, *S. wimani* sólo ha aparecido de momento en la sección de Corral de Calatrava (Loydell *et al.*, 2009). Se trata de una especie de gran interés bioestratigráfico, pues se halla restringida a la mitad inferior de la Biozona de *Cyrtograptus lapworthi* del Telychiense en Bohemia, Gales, España, región Báltica y Marruecos (Loydell & Nestor, 2006).

### ***Streptograptus?* spp.**

- non1926 *Monograptus retroflexus* Tullb.; Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, p. 33)
- ?1960 *Monograptus barrandei*, Suess; Hernández Sampelayo, p. 50; Lám. 26, fig. 3.

*Observaciones:* Bajo este epígrafe incluimos dos especies del género *Streptograptus* mencionadas incorrectamente en estudios precedentes. La primera de ellas es una cita de *S. retroflexus* (Tullberg), procedente de la mina San José de Los Guindos (Jaén), que en opinión de Habelferner (1931) es imposible que se presente asociada a *Stimulograptus becki* (Barrande), como habían postulado Henke y Hundt (1926). La morfología de *S. becki* y los datos bioestratigráficos regionales, apuntan a que la identificación de *S. retroflexus* podría tratarse en este caso de una variante preservacional de la primera especie, abundante en toda la región de El Centenillo, donde los graptolitos del Wenlock están escasamente representados. Por otra parte, la especie *S. barrandei* (Suess) fue identificada tentativamente por Hernández Sampelayo (1960) en el yacimiento telychiense de Cabeza del Buey (Badajoz), pero el ejemplar ilustrado dista de poder relacionarse con el género *Streptograptus*, dada su mala conservación o su deficiente ilustración.

### **Género *Mediograptus* Bouček & Příbyl, 1948**

Especie tipo: *Monograptus kolihai* Bouček, 1931, del Wenlock de Bohemia.

### ***Mediograptus cautleyensis* (Rickards, 1965)**

(Fig. 17.6a)

- \*1965 *Monograptus minimus cautleyensis* subsp. nov.; Rickards, p. 266; Figs. 3c, d; Lám. 30, fig. 1.
- .1996 *Mediograptus cautleyensis* (Rickards); Loydell & Cave, Fig. 12d.
- .2009 *Mediograptus cautleyensis* (Rickards); Loydell. *et al.*, Fig. 6m.

*Observaciones:* De esta especie sólo se cuenta con fragmentos distales con una ligera curvatura dorsal y 0,5 mm de anchura máxima. Metatecas muy poco prominentes, enrolladas y con las aberturas retroversas y sumamente estrechas. El número de tecas en 10 mm es ligeramente más elevado que en el material tipo de la especie (9 en 10 mm).

*Distribución:* En Gran Bretaña, *M. cautleyensis* se restringe a la Biozona de *Cyrtograptus centrifugus*, a techo del Telychiense, mientras que en la región surcentroibérica su hallazgo se limita a la sección de Corral de Calatrava (Loydell *et al.*, 2009), donde es una forma rara en la parte media de la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni*, ya en el Sheinwoodiense inferior.

### ***Mediograptus inconspicuus* (Bouček, 1931)**

(Fig. 17.6b)

- \*1931 *Monograptus inconspicuus* n. sp.; Bouček, pp. 301, 311; Fig. 9e.
- .1996 *Mediograptus inconspicuus* (Bouček); Loydell & Cave, Figs. 11f, t.
- .2009 *Mediograptus inconspicuus* (Bouček); Loydell *et al.*, Fig. 6f.

*Observaciones:* El único fragmento disponible mide 4 mm, pero muestra la morfología arqueada del diminuto rabdósoma así como las prominentes metatecas, fuertemente retroversas y proyectadas en perpendicular al eje del estipe, representando casi la mitad de su anchura (0,7 mm). La densidad tecal del ejemplar es muy parecida a la de los representantes británicos de *M. inconspicuus*, pero algo inferior a la de los ejemplares bohémicos (4,5 frente a 7 tecas en 5 mm).

*Distribución:* En Bohemia y Gran Bretaña, *M. inconspicuus* aparece en la Biozona de *Cyrtograptus centrifugus*, pero el registro centroibérico (un solo ejemplar) es algo más moderno y se sitúa en la mitad superior de la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* (Sheinwoodiense inferior) de Corral de Calatrava (Loydell *et al.*, 2009).

### **Género *Stimulograptus* Příbyl & Štorch, 1983**

Especie tipo: *Graptolithus Halli* Barrande, 1850, del Llandovery de Bohemia.

***Stimulograptus becki* (Barrande, 1850)**

(Lám. 2, figs. 1, 6; Lám. 12, figs. 1-8, 14)

- p\*1850 *Graptolithus Becki*. Barr.; Barrande, pp. 50-51; Lám. 3, figs. 14-16 (non 17, 18).
- ?1875a *Monograpsus Becki*, Barr.; Mallada, p. 36; Lám. 7, figs. 8-9, 8a, 9a (= Geinitz, 1852; Lám. 3, figs. 15a-b?, 13b?, 14a, 14b).
- ?1875b *Monograpsus Becki*, Barr.; Mallada, p. 96.
- ?1876 *Monograpsus Becki*, Barr.; Egozcue & Mallada, p. 142.
- ?1880 *Monograpsus Becki*, Barr. sp.; Cortázar, p. 23.
- ?1926 *Monograptus becki* Barr.; Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, pp. 32, 33, 37).
- ?1926 *Monograptus retroflexus* Tullb.; Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, p. 33).
- ?1968 *Monograptus becki* (Barrande); Butenweg, p. 52.
- ?1968 *Monograptus becki* (Barrande); Kettel, p. 52.
- ?1971 *Monograptus becki* Barr; Arribas *et al.*, p. 12.
- ?1972 *Monograptus becki* (Barr.); Tamain, p. 303; Lám. 15, fig. 7.
- ?1987a *Monograptus cf. undulatus*; García Sansegundo *et al.*, p. 19.
- ?1987 *Monograptus undulatus* (Elles & Wood); Mira *et al.*, p. 22.
- v.1988 *Monograptus undulatus* Elles & Wood; Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 92.
- v.1988 *Monograptus cf. distans* (Portlock); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93.
- v.1988 *Monograptus cf. undulatus* Elles & Wood; Rodríguez-Núñez *et al.*, p. 89.
- v.1989 *Monograptus pseudobecki* (Bouček & Příbyl); Rodríguez-Núñez *et al.*, pp. 89, 91; Lám. 2, fig. 9.
- .1990 *Stimulograptus becki* (Barrande); Pieren & Gutiérrez-Marco, Fig. 1a.
- ?1990 *Monograptus undulatus* (Elles & Wood); Rodríguez Pevida *et al.*, p. 19.
- ?1991 *Monograptus becki* (Barrande); Kappes, p. 58.
- .1993a *Stimulograptus becki* (Barrande); Loydell, pp. 72-74; Figs. 15 (1, 2, 9, 10-13); Lám. 3, fig. 2.
- .1998 *Stimulograptus becki* (Barrande); Štorch *et al.*, p. 320
- .1998b *Stimulograptus becki* (Barrande); Štorch, p. 125; Fig. 4 (14); Lám. 2, fig. 5.

*Observaciones:* De esta especie contamos con abundantes rabdosomas, de aspecto flexuoso. La región proximal presenta curvatura dorsal hasta las tecas 5-7, tras las cuales adquiere una leve curvatura ventral y tiende a ser rectilíneo o flexuoso distalmente. El incremento en anchura es muy gradual desde la teca 1 (0,35 mm) hasta alcanzar un máximo de 1-1,2 mm, que permanece constante. Las tecas tienen un margen ventral poco inclinado con el eje del estipe (aproximadamente 10°) y metatecas ganchudas, que ocasionalmente conservan espinas aberturales y representan 1/3-1/2 de la anchura dorsoventral del rabdosoma. Su solapamiento es insignificante. El número de tecas en 10 mm varía entre 11 y 15. La sícula mide 1,1-1,4 mm de longitud y su ápice se sitúa a nivel de la teca 1 o ligeramente por encima de ella.

*Stimulograptus becki* fue confundido por Rodríguez Núñez *et al.* (1989) con *Monograptus pseudobecki* Bouček & Příbyl, 1942. Su material procede de la Subzona

de *Parapetalolithus hispanicus* (Biozona de *Rastrites linnaei*), pero el auténtico *M. pseudobecki* se extiende desde la parte alta de la Biozona de *Spirograptus turriculatus* a la baja de *Streptograptus crispus* (caveb). La forma aeroniense *Stimulograptus? undulatus* (Elles & Wood, 1913), restringida a la Biozona de *Lituigraptus convolutus*, fue igualmente confundida con *S. becki* por Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco (1988) y Rodríguez Núñez *et al.* (1988), dándose el mismo caso, posiblemente, con otras referencias centroibéricas a dicha especie. Por último hemos revisado el ejemplar de *S. distans* (Portlock) citado por Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco (1988) en el sondeo Fabriquilla 4 de El Centenillo (nivel de -77,9 m; Subzona de *P. palmeus*) y se corresponde con *S. becki*.

**Distribución:** *Stimulograptus becki* es una especie prácticamente cosmopolita en las biozonas de *Rastrites linnaei* y/o de *Spirograptus turriculatus* del Telychiense inferior, si bien en la región surcentroibérica la mayoría de sus hallazgos se sitúan en la primera de estas biozonas.

La distribución del taxón abarca los sinclinales de Guadarranque (yacimientos 81-Ci-3, 81-Ci-2, 81-Ci-1, CJN-1 (=NC-A-1t), PN-1 (=NP-A-1a), Corral de Calatrava (niveles CO-2, CO-4A y CO-4 de la sucesión del río Guadiana; CC GU JA-12, CC GJ-13 y cf. CC GU JA-12 de la confluencia de los ríos Guadiana y Jabalón y CC JA-0 y CC JA-1 de Puente Morena), Almadén (nivel AL LP-A) y Guadalmez (GM GRE, niveles cf. CHE-1, CHE-2, CHE-3 y CHE-4 de la estación de Chillón y GM GN-1 de la de Guadalmez Norte) y Sierra Morena oriental (yacimiento M-9816 de la hoja MAGNA nº 863).

### ***Stimulograptus halli* (Barrande, 1850)**

(Lám. 12, figs. 9-11, 13)

- v\*p1850 *Graptolithus Halli* Barr.; Barrande, pp. 48-50; Lám. 2, figs. 12, 13 (? 14, non 15).
- ?1855 *Graptolithus Halli*, Barr.; Verneuil & Barrande, p. 1115.
- ?1875a *Monograpsus Halli*, Barr.; Mallada, p. 36; Lám. 7, figs. 5-6, 5a, 6a (= Geinitz, 1852; Lám. 3, figs. 6a, 6b, 7a, 7b).
- ?1880 *Monograpsus Halli*, Barr. sp.; Cortázar, p. 23.
- .1931 *Monograptus sedgwickii* (Portlock); Haberfelner, pp. 56-57; Lám. 1, figs. 27a, b (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 88-89, Figs. 22a-b), Lám. 1, figs. 27a-b.
- ?1960 *Monograptus* cf. *Halli*, (Barrande); Hernández Sampelayo, pp. 5, 8.
- ?1960 *Monograptus* aff. *Halli*, (Barrande); Hernández Sampelayo, p. 45.
- ?1962 *Monograptus sedgwickii*, Portl.; Almela *et al.*, pp. 212, 219, 249.
- .1970 *Monograptus halli* (Barrande); Rickards, p. 73; Fig. 13 (21); Fig. 16 (1).
- ?1971b *Monograptus* cf. *sedgwickii* (Portlock); Saupé, p. 362.
- ?1971b *Monograptus sedgwickii* (Portlock); Saupé, p. 362.
- .1972 *Monograptus sedgwickii* (Portl.); Tamain, p. 303, 304; Lám. 15, figs. 1, 3.
- .1972 *Monograptus* cf. *sedgwickii* (Portl.); Tamain, p. 303; Lám. 15, fig. 2.
- .1975 *Monograptus halli* (Barrande); Bjerreskov, pp. 68-69; Fig. 20B.
- ?1976 *Monograptus halli* Barr.; Gil Cid *et al.*, p. 25.
- ?1978 *Monograptus* sp. cf. *M. sedgwickii* ? Portl.; Blachère, p. 41.



- ?1980 *Monograptus halli*; Robardet *et al.*, p. 114.
- . 1983 *Monograptus (Stimulograptus) halli* (Barrande); Příbyl & Štorch, pp. 222-223; Figs. 1A-C, 2A, B; Lám. 1, figs. 1, 3, 5, 6; Lám. 2, fig. 1.
- ?1987 *Monograptus halli* (Barrande); Martín Herrero *et al.*, p. 21.
- ?1987 *Monograptus cf. sedgwickii* (Portlock); Martín Herrero *et al.*, p. 21.
- non.1989 *Monograptus* sp. aff. *halli* (Barrande); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 92.
- ?1991 *Monograptus sedgwickii* (Portlock); Kappes, p. 58; Lám. 6, figs. 7, 10.
- . 1993a *Stimulograptus halli* (Barrande); Loydell, pp. 75-77; Figs. 15 (8, 14, 21); Lám. 3, figs. 4, 5.
- .1996b *Stimulograptus halli* (Barrande); García Palacios *et al.*, p. 21.
- .2005b *Stimulograptus halli* (Barrande); Lorenzo *et al.*, p. 41

*Observaciones:* Nuestro material consta de numerosos fragmentos distales y más raramente, proximales, de un rabdosoma rectilíneo que podría alcanzar gran longitud (más de 1 m), si bien algunas partes distales pueden mostrar leve curvatura ventral. La anchura del rabdosoma se incrementa de un modo gradual rápido, de 0,5 mm (teca 1) a 1 mm (teca 10), hasta un máximo de 2,5-3 mm. Las tecas son ganchudas y espinosas, con solapamiento casi nulo. Las proximales se abren hacia la región proximal y las tecas distales orientan su abertura en sentido oblicuo-ventral. Las espinas latero-ventrales alcanzan una longitud de 1,2 mm. El número de tecas proximales es de 10-10,5 en 10 mm, y entre 6,8-8 en 10 mm en la región distal. La sícula mide 1,02-1,05 mm y su ápice se sitúa a la altura de la teca 1 o justo por encima de ella.

En todo el suroeste de Europa *Stimulograptus halli* ha sido confundido, frecuentemente, con su posible antecesor *S. sedgwickii* (Portlock, 1843). Esto tiene su origen en las identificaciones erróneas de parte de los ejemplares asignados a esta segunda especie por Elles & Wood (1913) y, en el caso de la Zona Centroibérica, con la confusión entre ambas especies por parte de Haberfelner (1931), cuya traducción al español e ilustraciones provocaron malinterpretaciones posteriores.

*Distribución:* Se trata de una especie cosmopolita ampliamente registrada entre la base de la Biozona de *Rastrites linnaei* y la base de la Biozona de *Spirograptus turriculatus*, del Telychiense inferior. En Gran Bretaña, el registro de la especie parece comenzar en el Aeroniense terminal, en niveles previos a los de las biozonas de *Spirograptus guerichi* y *Rastrites linnaei* (Loydell, 1993a, 2012; Zalasiewicz *et al.*, 2009). En la región surcentroibérica, la especie abunda en la Biozona de *Rastrites linnaei* de los sinclinales de Guadarranque (yacimiento PN-1 (=NP-A-1a), Corral de Calatrava (niveles CO-2, CC GJ-14 y CC GJ-15) y Chillón (niveles GM GN-1, de la sección de Guadalmez Norte y niveles CHE-1, CHE-2 y CHE-3 de la de la estación de Chillón).

### ***Stimulograptus novaki* (Bouček, 1931)**

(Fig. 17.2e)

- \*1931 *Monograptus novaki* n. sp.; Bouček, pp. 297, 309; Figs. 3c-e.
- .1948 *Monograptus (Monograptus) novaki* Bouček, 1931; Příbyl, p. 31.
- .2009 *Stimulograptus novaki* (Bouček); Loydell *et al.*, Fig. 4s.

*Observaciones:* La diagnosis de esta especie establece que el radosoma tiene morfología arqueada, con una curvatura dorsal uniforme. La anchura dorsoventral se incrementa gradualmente hasta 1,6 mm. 10 tecas en 10 mm. Hasta el momento no existen evidencias de espinas en las aberturas tecales, pero la posición de los septos intertecales es muy próxima a la de *Stimulograptus* y claramente distinta de los *Monograptus* del grupo *prionon*.

*Distribución:* En Bohemia la especie es una forma rara de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi* (= zona con *Monograptus subconicus* de Bouček, 1931) del Telychiense. En la región surcentroibérica, está representada por un ejemplar único recogido en la parte alta de la misma biozona, en la sección de Corral de Calatrava (Loydell *et al.*, 2009).

### ***Stimulograptus pradoi* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, 2009**

(Fig. 17.2b)

\*2009 *Stimulograptus pradoi* Loydell *et al.*, p. 11; Figs. 5a-b.

*Observaciones:* Loydell *et al.* (2009) dedicaron a D. Casiano de Prado una especie nueva, descubierta en la sección de Corral de Calatrava, que se singulariza entre las restantes del género por presentar un radosoma corto y algo curvado dorsalmente, con una teca 1 muy prominente, ganchuda (de abertura retrodirigida) y muy inclinada en relación a la sícula. Las restantes tecas son las típicas stimulograptidas, con proteca de escasa inclinación con el eje del radosoma, metateca ganchuda y sin solapamiento. La sícula mide 1,6-1,85 mm de longitud y su ápex se sitúa prácticamente a la altura de la parte dorso-distal de la teca 2. La anchura del estipe en la teca 1 es 0,75-0,9 mm y en la teca 5 entre 0,7-0,8 mm. En 10 mm hay 10,8-14 tecas.

*Distribución :* *Stimulograptus pradoi* es una especie muy rara, de la que se conocen únicamente siete ejemplares, encontrados en la parte basal de la Biozona de *Oktavites spiralis* del Telychiense de la sección de Corral de Calatrava (Loydell *et al.*, 2009).

### ***Stimulograptus splendens* Štorch, 1998**

(Lám. 12, figs. 12, 15-22)

?1990 *Monograptus clintonensis* (Hall); Rodríguez Pevida *et al.*, p. 19.

.1998 *Monograptus* sp. n. B; Gutiérrez-Marco & Štorch, p. 89; Fig. 9.

n.n.1998 *Stimulograptus? splendens* Štorch in press; Štorch *et al.*, pp. 320, 321 (nomen nudum).

\*1998b *Stimulograptus? splendens* sp. n.; Štorch, pp. 125-126; Figs. 3 (14a-b, 15); Lám. 4, figs. 3, 6.

v2009a *Stimulograptus splendens* Štorch; Matas González *et al.*, p. 37.

v2009b *Stimulograptus? splendens* Štorch; Matas González *et al.*, p. 39.

.2009 *Stimulograptus splendens* Štorch; Loydell *et al.*, Fig. 4c.

*Observaciones:* La especie *Stimulograptus? splendens* fue descrita en la Cordillera Ibérica y podría estar ampliamente difundida en el suroeste de Europa. Se caracteriza

por un raddosoma rectilíneo, con una parte proximal curvada dorsalmente, que involucra a las 6-10 tecas proximales. La anchura dorsoventral se incrementa lentamente desde 0,7-0,8 mm hasta un máximo de 1,6 mm a 40 mm del extremo proximal. La sícula mide 1,7-1,9 mm de longitud y su ápice alcanza hasta casi la mitad de la teca 2. Las tecas son uniformes, tienen un gancho simple y carecen de un solapamiento significativo. El gancho metatecal representa 2/5 de la anchura dorsoventral. El número de tecas en 10 mm varía entre 10,5-11,7 en la región proximal y decrece distalmente a 8,3-9,5.

En ausencia de la parte proximal, *S. ? splendens* recuerda mucho a *S. clintonensis* (Hall, 1852), por lo que es posible que la única cita centroibérica de esta última (Rodríguez Pevida *et al.*, 1990) corresponda a algún ejemplar mal conservado de *S. ? splendens*.

**Distribución:** La especie abunda en el Telychiense en la parte alta de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi* y en los niveles basales de la Biozona de *Oktavites spiralis* (Štorch, 1998b). En este trabajo hemos ampliado considerablemente su registro en la Zona Centroibérica: a los primeros hallazgos en la sección de Corral de Calatrava (niveles CO-11 (+2,4), CO-12, CO-13, CO-14) añadimos ahora su presencia en los sinclinales de Almadén [yacimientos de las Loc. 6 (?) y Loc. 2 (?)], Guadalmez (sección de la estación de Belalcázar: niveles EB-1, EB-2, EB-2A, EB-3, EB-3A y EB-4A y Guadalmez Norte: nivel GM GN-5) y Valdeazogues-Puertollano (nivel PT RE-11/W), en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches (San Benito, niveles SB PQ-1 (?) y SB PQ-20) y en Sierra Morena oriental (El Centenillo, niveles EC SE-3G; yacimiento 21-34 IN-GM M14 de la hoja MAGNA nº 864).

### ***Stimulograptus cf. utilis* Loydell, 1991**

cf.\*1991 *Stimulograptus utilis* Loydell, pp. 229, 232-233; Figs. 10e, 21i, 22a, b.

cf.1993a *Stimulograptus utilis* Loydell; Loydell, pp. 81-82; Fig. 15 (5, 6); Fig. 16 (7, 17, 20, 22, 23); Lám. 3, fig. 6.

.1998 *Stimulograptus cf. utilis* Loydell; Štorch *et al.*, p. 320.

**Observaciones:** Nuestro material tiene un aspecto que recuerda mucho al de *S. becki* (Barrande, 1850), pero la parte ventral de las tecas están menos inclinadas con el eje del estipe y la anchura dorsoventral parece levemente superior en la región proximal.

**Distribución:** En Gran Bretaña, *S. utilis* define la subzona homónima, que sirve de tránsito entre las biozonas de *Spirograptus guerichi* y de *S. turriculatus*. En España, *S. cf. utilis* está representado en horizontes algo más antiguos del Telychiense, en la Subzona de *Parapetalolithus hispanicus* (Biozona de *R. linnaei*) de la Cordillera Ibérica (Gutiérrez-Marco & Štorch, 1998), así como de la región surcentroibérica (nivel CO-3 de Corral de Calatrava y PT OB-1 de Brazatortas-Veredas). Štorch *et al.* (1998) citan también *S. cf. utilis* en la Biozona de *S. turriculatus* de Corral de Calatrava.

### ***Stimulograptus vesiculosus* (Perner, 1899)**

(Fig. 17.2d)

- \*1899 *Monograptus vesiculosus* n. sp.; Perner, p. 6; Figs. 10a-b; Lám. 16, figs. 26-27.
- .1948 *Monograptus (Monograptus) vesiculosus* Perner; Příbyl, p. 37.
- .1996 *Monograptus vesiculosus* Perner; Loydell & Cave, Fig. 11q.
- .2009 *Stimulograptus vesiculosus* (Perner); Loydell *et al.*, Fig. 4d.

*Observaciones:* El rabdosoma está arqueado dorsalmente, tiene aspecto robusto y sus expansiones metatecales alcanzan prácticamente la mitad de la anchura dorsoventral del estipe. *S. vesiculosus* recuerda por su aspecto a las regiones proximales de otras especies del género, como *S. novaki* (Bouček), *S. pradoi* (Loydell *et al.*) o *S. splendens* Štorch, de las que se diferencia por su mayor anchura y densidad tecal.

*Distribución:* En el área de trabajo, esta especie se conoce únicamente en la parte media de la Biozona de *Oktavites spiralis* del Telychiense de la sección de Corral de Calatrava (Loydell *et al.*, 2009). En el resto de Europa, sus hallazgos se concentran preferentemente en la parte superior de la misma biozona (Loydell & Cave, 1996; Loydell *et al.*, 2003).

### ***Stimulograptus sedgwickii?* (Portlock, 1843)**

- non1926 *Monograptus sedgwickii* (Portl.); Henke & Hundt; (Trad. B. Meléndez, 1952, p. 32, 37).
- non1931 *Monograptus sedgwickii* (Portlock); Haberfelner, pp. 56-57; Lám. 1, figs. 27a, b (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 88-89), Lám. 1, figs. 22a-b.
- non1960 *Monograptus Sedgwickii*, Portl.; Hernández Sampelayo, pp. 4, 18, 25, 45; Lam 1, figs. 1, 2; Lám. 4, figs. 30, 30b; Lám. 22, fig. 2.
- non1960 *Monograptus cf. Sedgwickii*, Portl.; Hernández Sampelayo, pp. 5, 17; Lám. 4, fig. 30a; Lám. 21, fig. 10.
- non1962 *Monograptus sedgwickii*, Portl.; Almela *et al.*, pp. 212, 219, 249.
- non1991 *Monograptus sedgwickii* (Portlock); Kappes, p. 58; Lám. 6, figs. 7, 10.
- non1978 *Monograptus sp. cf. M. sedgwickii* ? Portl.; Blachère, p. 41.
- non1971a *Monograptus sedgwickii*, Portl.; Saupé, p. 147.
- non1971b *Monograptus cf. sedgwickii* (Portlock); Saupé, p. 362.
- non1971b *Monograptus sedgwickii* (Portlock); Saupé, p. 362.
- non1972 *Monograptus sedgwickii* (Portl.); Tamain, p. 303, 304; Lám. 15, figs. 1, 3.
- non1972 *Monograptus cf. sedgwickii* (Portl.); Tamain, p. 303; Lám. 15, fig. 2.
- ?1980 *Monograptus sedwicki* -sic-; Robardet *et al.*, p. 114.
- non1987 *Monograptus cf. sedgwickii* (Portlock); Martín Herrero *et al.*, p. 21.
- non1989 *Monograptus sedgwickii* (Port.); Puche, foto p. 430.
- non1991 *Monograptus sedgwickii* (Portlock); Kappes, p. 58; Lám. 6, figs. 7, 10.
- non?1991 *Monograptus cf. sedgwickii* (Portlock); Kappes, p. 58.

*Observaciones:* La especie *Stimulograptus sedgwickii* (Portlock) es uno de los graptolitos silúricos citados más comúnmente en las pizarras negras del Llandovery ibérico. El hecho arranca probablemente de las ilustraciones aportadas por Haberfelner

(1931, con traducción española en 1952), que en realidad corresponden a *S. halli* (Barrande). Fuera de la región surcentroibérica, las identificaciones de *S. sedgwickii* se asocian a diversos monograptidos de radosoma rectilíneo y tecas ganchudas, no necesariamente espinosas (*Monograptus* gr. *priodon*).

En la región de Almadén, Hernández Sampelayo (1960) ilustra ejemplares relacionados con *S. sedgwickii* que muestran cierto grado de curvatura dorsal, no necesariamente proximal, y que podrían corresponderse también con *Torquigraptus?* sp.

Por último, las identificaciones de A. Philippot realizadas para los autores franceses en la Zona Centroibérica, confunden *S. sedgwickii* con *S. halli*, un hecho observado con anterioridad en secciones del Macizo Armoricano francés y la Cordillera Ibérica a cargo del mismo especialista (Philippot, 1950; Philippot en Riba Arderiu, 1959).

Desde el punto de vista cronoestratigráfico y biocronológico, el registro gondwánico de *S. sedgwickii* se limita al Aeroniense tardío, en tanto que en Avalonia perdura hasta la base de la Biozona de *Spirograptus turriculatus* del Telychiense. Dentro de la región estudiada, *S. sedgwickii* nunca ha sido evidenciado en materiales telychienses de la Biozona de *Rastrites linnaei*.

#### ***Stimulograptus?* sp.**

- p?1926 *Monograptus sedgwickii* (Portl.); Henke & Hundt; (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 32, 37).
- ?1931 *Monograptus distans* (Portlock); Habermelner, p. 56; Lám. 1, fig. 21 (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 87-88); Lám. 1, fig. 21.
- ?1960 *Monograptus* cf. *distans*, Portl.; Hernández Sampelayo, p. 25; Lám. 10, fig. 27.
- ?1961 *Monograptus distans*; Márquez Triguero, p. 195
- ?1962 *Monograptus distans*, Portl.; Almela *et al.*, pp. 212, 219, 245, 249, 254; Lám. 2, fig. 3.
- ?1971a *Monograptus distans* -sic- (Portlock); Saupé, p. 144.
- ?1978 *Monograptus* sp. cf. *M. distans?* Portlock; Blachère, p. 41.

**Observaciones:** Bajo esta denominación agrupamos esencialmente las referencias centroibéricas a *Stimulograptus distans* (Portlock, 1843), una especie citada comúnmente entre asociaciones telychienses locales, cuando en realidad su extensión se restringe al Aeroniense tardío (parte baja de la Biozona de *Stimulograptus sedgwickii*). De acuerdo con Loydell (1993a), *S. distans* es una forma con curvatura dorsal o ventral y más delicada que *S. sedgwickii* (anchura máxima 1,7 mm). Un ejemplar identificado como *S. sedgwickii* por Henke & Hundt (1926), procedente de Almadén, fue revisado por Habermelner (1931) como *S. distans*, pero su ilustración no permite una asignación segura (podría ser un ejemplar deformado de *S. becki*). Lo mismo pasa con las ilustraciones de material almadenense de Hernández Sampelayo (1960) y Almela *et al.* (1962), que como mucho podrían estimarse como *Stimulograptus?* sp. Finalmente, el ejemplar de *S. cf. distans*, mencionado por Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco (1988) y procedente de la zona de El Centenillo (Jaén), ha sido revisado e incluido en la sinonimia de *Stimulograptus becki* (Barrande).

## Género *Monograptus* Geinitz, 1852

Especie tipo: *Lomatoceras priodon* Bronn, 1835, del Silúrico de Alemania.

### *Monograptus belophorus* (Meneghini, 1857)

(Lám. 13, figs. 1-14, 21)

- p1857 *Graptolithus* (*Monograpsus*) *Lamarmorae* n. f.; Meneghini, p. 159; Lám. B, fig. I.2e (= *Monograptus falcatus* fide Gortani, 1923a, pp. 56, 63).
- p\*1857 *Graptolithus* (*Monograpsus*) *belophorus* n. f.; Meneghini, p. 165; Lám. B, figs. I.4b y II.4, 4a. Non Lám. B, fig. III.4 (= *M. hemipristis* fide Gortani, 1923a, pp. 50, 64).
- p1857 *Graptolithus* (*Monograpsus*) *Gonii* n. f.; Meneghini, p. 172; Lám. B, fig. II.6a (= *Monograptus belophorus* fide Gortani, 1923a, pp. 57, 64).
- .1857 *Graptolithus* (*Monograpsus*) *falcatus* n. f.; Meneghini, p. 172; Lám. B, figs. II.7, 7a, III.7, 7a, 7b', 7c.
- p1857 *Graptolithus* (*Monograpsus*) *mutuliferus* n. f.; Meneghini, p. 176; Lám. B, fig. II.8a (= *Monograptus falcatus* fide Gortani, 1923a, pp. 56, 64).
- p1857 *Graptolithus* (*Monograpsus*) *Priodon* Bronn; Meneghini, p. 178; Lám. B, figs. II.9, 9a (= *Monograptus belophorus* fide Gortani, 1923a, pp. 57, 64); fig. II.9b (= *Monograptus falcatus* fide Gortani, 1923a, pp. 56, 64).
- .1900 *Monograptus flexilis*, sp. nov.; Elles, pp. 405, 407; Fig. 18.
- .1913 *Monograptus flexilis* Elles; Elles & Wood, pp. 430-431; Fig. 293; Lám. 43, figs. 4a-b.
- .1923a *Monograptus falcatus* Meneghini; Gortani, pp. 56-57; Lám. 10, figs. 3-8; Lám. 12, figs. 1B, 3C; Lám. 13, fig. 1.
- .1923a *Monograptus belophorus* Meneghini em.; Gortani, p. 57; Lám. 10, figs. 9-15; Lám. 12, figs. 3B, 14; Lám. 13, fig. 1.
- .1923b *Monograptus falcatus* Meneghini. em. Gortani; Gortani, pp. 92-93; Lám. 17, fig. 9.
- 1923b *Monograptus Siren* n. f.; Gortani, pp. 93-94; Lám. 16, figs. 10-11; Lám. 18, fig. 11B?; Lám. 19, figs. 7, 8A.
- ?1923b *Monograptus belophorus* Meneghini em. Gortani var. *laxus* n. f.; Gortani, p. 94; Lám. 16, figs. 7-8; Lám. 18, fig. 12A; Lám. 19, fig. 4.
- .1923b *Monograptus ballaësus* n. f.; Gortani, pp. 94-95; Lám. 16, figs. 12-18; Lám. 18, fig. 11A; Lám. 19, figs. 2A, 3, 6C.
- non1926 *Monograptus flexilis* Elles; Henke & Hundt; (Trad. B. Meléndez, 1952, p. 38) (= *M. cf. flagellaris* fide Haberfelner, 1931; ver sinonimia de *Paradiversograptus runcinatus*).
- .1942 *Monograptus flexilis* Elles; Přibyl, pp. 3-5; Fig. 1 (1-5); Lám. 1, figs. 1-3.
- .1942 *Monograptus flexilis belophorus* (Meneghini 1857, em. Gortani 1922); Přibyl, pp. 6-7; Figs. 1 (6-7); Lám. 2, fig. 1.
- ?1956 *Monograptus cf. flexilis* Elles; Bochmann (leyenda del mapa publicado en Walter, 1977).
- .1965 *Monograptus flexilis belophorus* (Meneghini); Rickards, p. 268; Figs. 3f,g; Lám. 29, figs. 8-9.

- .1986 *Monograptus flexilis* Elles; Teller, pp. 52-56; Figs. 1-4; Lám. 1, figs. 3-8; Lám. 5, figs. 6-9.
- p.v1989 *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 94, loc. PN-2B (non p. 97).
- p.v1989 *Monograptus* sp.; Rodríguez Núñez *et al.*, p. 94, loc. PN-2B (non p. 94, loc. NN-1).
- v.1989 *Monograptus flexilis* cf. *flexilis* Elles; Rodríguez Núñez *et al.*, p. 97.
- .1994a *Monograptus belophorus* (Meneghini), syn. *flexilis* Elles; Storch, pp. 146, 159; fig. 7d.
- .1998 *Monograptus belophorus* (Meneghini); Štorch *et al.*, p. 321.
- .2009 *Monograptus belophorus* (Meneghini); Štorch & Piras, p. 88; Fig. 4f.
- .2009 *Monograptus flexilis* Elles; Zalasiewicz *et al.*, p. 821.
- .2011 *Monograptus belophorus* (Meneghini); Piras *et al.*, pp. 8, 11; Figs. 5.1, 5.4a, 5.5a.

*Observaciones:* Esta especie es fácil de reconocer por su morfología tan peculiar, consistente en una parte proximal reflexa de la que parte una virgela muy larga. El rabdosoma se inicia con una curvatura dorsal pronunciada, para luego volverse rectilíneo o adquirir curvatura ventral en la región mesio-distal. La anchura del estipe aumenta gradualmente de 0,6-0,9 mm en la teca 1 hasta un máximo de 2-2,5 mm. Las tecas son ganchudas y su número en 10 mm varía de 8-12. La sícula alcanza 2 mm de longitud y se proyecta en una espina dorsal recta, de hasta 25 mm de longitud.

*Monograptus belophorus* fue descrito en Cerdeña con un material muy deformado tectónicamente, atribuido a diversas especies y variantes preservacionales (Meneghini, 1857; Gortani, 1923a, 1923b). Con posterioridad, Elles (1900) propuso en el Silúrico británico la nueva especie *Monograptus flexilis*, con ejemplares en mejor estado de conservación y sin hacer referencia a los hallazgos sardos. Este segundo taxón es visiblemente idéntico a *M. belophorus* y procede de niveles correlacionables, por lo que muchos autores lo consideraron, acertadamente, como un sinónimo posterior de la forma sarda. Sin embargo, la prioridad nomenclatural de *M. belophorus* sobre *M. flexilis* continúa siendo cuestionada por los autores británicos, debido a la intensa deformación que afecta al material tipo de la primera especie, cuya comparación detallada no sería del todo segura. En la historia nomenclatural de *M. belophorus* resalta incluso su consideración puntual como una posible subespecie de *M. flexilis* (Pribyl, 1942; Rickards, 1965), pero si atendemos a todas las variantes preservacionales del material sardo, a veces coexistentes en una misma placa, está claro que se trata de un solo taxón. En este sentido, *M. "falcatius"* y *M. "siren"* representarían las formas ensanchadas tectónicamente; *M. "ballaësus"* y *M. "belophorus laxus"* los morfotipos alargados, y el "auténtico" *M. belophorus* los ejemplares deformados oblicuamente. Teller (1986) coincide también en la apreciación de que muchos de estos morfotipos, considerados como subespecies de *M. flexilis* por distintos autores (Strachan, 1971), en realidad corresponden a un único *M. belophorus* (= *M. flexilis*), con el que tal vez estén relacionadas las especies *M. subflexilis* Pribyl, 1941 y *M. inflexus* Pribyl, 1942, además de considerar que *M. "flexilis"* comparte indudables relaciones filogenéticas con *M. flemingii*.

*Distribución:* *Monograptus belophorus* (= *M. flexilis*) es una especie típica del Sheinwoodiense tardío, pero su adscripción biostratigráfica registró una convulsiones

parecidas a las de su historia nomenclatural, en el sentido de considerar su aparición previa o posterior a la de *Cyrtograptus rigidus*. La antigua Biozona de *M. flexilis* (Rickards, 1976) fue considerada equivalente a la Biozona de *Monoclimacis linnarssoni* de Elles (1900), e incluida como parte de la Biozona de *Cyrtograptus rigidus* de autores británicos posteriores (Zalasiewicz & Willians, 1999). En relación a esta última, el registro de *M. belophorus/flexilis* precedía o posdataba al de *C. rigidus* en distintas áreas mundiales. Finalmente, los autores británicos modernos consideran que *M. "flexilis"* se extiende desde la parte media y superior de la Biozona de *Pristiograptus dubius*, hasta la parte inferior y media de la Biozona de *C. rigidus* (Zalasiewicz *et al.*, 2009). En Bohemia, Cerdeña y la Península Ibérica se opta por considerar a *M. belophorus* como integrante de una biozona mixta (Bz. de *M. belophorus-C. rigidus*), pues las distribuciones de ambas especies corren en muchos casos paralelas (Barca & Jaeger, 1989; Rickards *et al.*, 1995; Storch & Piras, 2009; Piras *et al.*, 2011). Para Loydell (2012) la Biozona de *M. belophorus-C. rigidus* sería correlacionable con la Biozona de *C. rigidus* de Avalonia y Baltica.

En la región surcentroibérica, *M. belophorus* se registra en la Biozona de *M. belophorus-C. rigidus* de los sinclinales de Guadarranque (yacimientos 81-Ci-15, 81-Ci-16, 81-Ci-17 y PN-2B (NP-A-2, alto), Herrera del Duque (nivel HD-F), Corral de Calatrava (niveles CO-23 y CO-24), Almadén (yacimiento Loc. 3, próximo a Gargantiel) y Guadalmez (niveles CHW-7 y CHW-8 y Loc. 30).

En la sección de Herrera del Duque, *M. belophorus* aparece comprendido entre horizontes con *Cyrtograptus rigidus*, pero en el nivel HD-F coexiste con el primer registro de *Cyrtograptus* cf. *perneri*, representativo de una biozona posterior (Bz. de *C. ramosus-C. perneri*).

### ***Monograptus curvus* Manck, 1923**

(Lám. 13, figs. 20, 24, 27-28)

\*1923 *Monograptus curvus* spec. nov.; Manck, pp. 286-287; Figs 2 (20-25).

.1945 *Spirograptus curvus* (Manck); Příbyl, pp. 16-18; Lám. 3, figs. 1, 2; Lám. 4, figs. 2-7.

v.non1989 *Monograptus* cf. *curvus* Manck; Rodríguez-Núñez *et al.*, p. 92.

.1998b *Monograptus curvus* Manck; Štorch, p. 121; Figs 4 (1, 6, 7); Lám. 3, figs. 2-3.

.1998 *Monograptus curvus* Manck; Štorch *et al.*, pp. 320, 321.

.2009 *Monograptus curvus* Manck; Loydell *et al.*, Fig. 4a.

**Observaciones:** El radosoma presenta un enrollamiento ventral muy marcado, con una región proximal contorsionada, cuyas tecas se abren en la cara dorsal, aunque a nuestro material le falta la sícula. La anchura en la zona proximal del estipe es de alrededor de 0,6 mm y aumenta a 1,3 mm a 10 mm de la contorsión axial, para alcanzar un máximo de 1,5-1,8 mm distalmente. Las tecas son triangulares, y su inclinación y solapamiento aumenta gradualmente en sentido distal; los ganchos aberturales también se van retrayendo, hasta transformarse en rebordes formados por recrecimiento del borde dorsal de las tecas para, finalmente, carecer las tecas más distales de cualquier indicio



de gancho o reborde. El número de tecas en las partes mesiales del rabdosoma es de 10,5-11 en 10 mm.

*Distribución:* En Europa central, *M. curvus* se encuentra restringido a los niveles telychienses de tránsito entre las biozonas de *Torquigraptus tullbergi* y *Oktavites spiralis* y a la parte inferior de *O. spiralis*. En la región surcentroibérica, el registro de la especie se limita a estos mismos niveles en la sección de Corral de Calatrava (loc. CO-12).

### ***Monograptus drepanoformis* Toghill & Strachan, 1970**

(Lám. 13, fig. 19)

- \*1970 *Monograptus drepanoformis* sp. nov.; Toghill & Strachan, pp.517-518; Figs. 2a –f; Lám. 104, figs. 1-4.
- .1975 *Monograptus drepanoformis* Toghill & Strachan; Bjerreskov, p. 75; Fig. 21C.
- .1998b *Monograptus drepanoformis* Toghill & Strachan; Štorch, pp. 121-122; Figs. 4 (9, 13a, b); Lám. 5, figs. 1, 2.

*Observaciones:* Nuestro material consiste en rabdosomas diminutos y de aspecto inmaduro (4-6 tecas), cuyo aspecto resulta, sin embargo, muy característico. El estipe parte de un extremo rectilíneo a algo recurvado dorsalmente (2-3 tecas) y luego muestra una pronunciada curvatura ventral, con una anchura de alrededor de 0,75-0,9 mm. Las tecas son triangulares y aisladas, con gancho retrodirigido. Su número varía aproximadamente entre 9,5 y 11 en 10 mm.

*Distribución:* Esta especie aparece restringida al Telychiense a la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* europea; Štorch (1998a) discute su presencia en China, pero confirma su identificación preliminar en el Macizo Armoricano francés (Paris *et al.*, 1980). En la región surcentroibérica, *M. drepanoformis* ha sido identificado en la Biozona de *M. griestoniensis* de Corral de Calatrava (nivel CO-9).

### ***Monograptus firmus*? Bouček, 1931**

(Lám. 13, figs. 17-18)

- cf.\*1931 *Monograptus firmus* n. sp.; Bouček, pp. 7, 18; Figs. 5a-b.
- v1998 *Monograptus* cf. *firmus* Bouček; Štorch *et al.*, p. 321.

*Observaciones:* Štorch *et al.* (1998) relacionaron tentativamente con esta especie dos ejemplares procedentes de la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* de Corral de Calatrava. La revisión del material original revela que la parte proximal es algo más estrecha que en la forma bohémica, que también tiene unos ganchos tecaless menos prominentes, y podría relacionarse también con *M. cf. priodon* (Bronn, 1835).

En nuestra opinión, *M. cf. firmus* de Štorch *et al.* (1998) podría identificarse como *M. cf. priodon*. La posición estratigráfica del material también apoya su inclusión en la

Biozona de *C. murchisoni* de la base del Sheinwoodiense, dado que se registra por debajo de la última aparición de *E. adunca*, limitado a esta biozona (Loydell *et al.*, 2009).

**Distribución:** La forma nominal se encuentra restringida en Europa al tránsito entre las biozonas de *Cyrtograptus murchisoni* y *Monograptus riccartonensis* (Storch, 1994a), a veces diferenciado como una biozona regional de *Monograptus firmus* en Avalonia y Baltica (Zalasiewicz *et al.*, 2009; Loydell, 2012). En China, la especie ha sido señalada en la biozona de *Cyrtograptus insectus* (Mu *et al.*, 2002) del techo del Telychiense.

En el sinclinal de Corral de Calatrava, *M. firmus?* se restringe a la mitad inferior de la Biozona de *C. murchisoni* (nivel CO-19).

### ***Monograptus flemingii* (Salter, 1852)**

(Lám. 13, figs. 15-16, 22-23, 25-26, 29-30; Lám. 14, fig. 3)

- \*1852 *Graptolithus Flemingii* n. sp.; Salter, p. 390; Lám. 21, Figs. 5-7.
- .1913 *Monograptus Flemingii* (Salter); Elles & Wood, p. 425; Figs. 287a.b; Lám. 42, figs. 5a-d.
- ?1926 *Monograptus flemingii* (Salter); Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, p. 32).
- ?1960 *Monograptus* cf. *Flemingii*, Salter; Hernández Sampelayo, p. 43; Lám. 21, fig. 4.
- cf.1971b *Monograptus* cf. *flemingii* (Salter); Saupé, p. 362.
- ?1976 *Monograptus mutuliferus mutuliferus* Gort.; Gil Cid *et al.*, p. 25; Est. 2, figs. 1-3.
- ?1976 *Monograptus flemingii flemingii* Salt.; Gil Cid *et al.*, p. 25; Est. 2, fig. 6.
- ?1976 *Monograptus latus* McCoy; Gil Cid *et al.*, p. 25; Est. 2, fig. 5. (Wenlock superior)
- cf.1978 *Monograptus priodon* cf. *flemingii* (Salter); Jaeger, pp. 100-101; Figs. 1a-e; Lám. 2, fig.2.
- .1986 *Monograptus flemingi* (Salter); Teller, pp. 56-59; Figs. 5-7; Lám. 1, figs. 1-2; Lám. 5, figs. 1-5; Lám. 6, figs. 1-5.
- p.v1989 *Monograptus priodon* (Bronn); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 92, loc. PS-10 (non pp. 92, 93, 96, 97).
- p.v1990 *Monograptus priodon* (Bronn); Pieren Pidal & Gutiérrez-Marco, p. 60 (horizontes HD-E a HD-G); Figs. 3, a1-a2.
- v.1990 *Monograptus praecedens* Bouček; Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60; Fig. 3b.
- ?1992a *Monograptus* cf. *mutuliferus* Gort.; Soldevila, p. 358.
- ?1992b *Monograptus* cf. *flemingii* (Salter); Soldevila, p. 370.
- .1997a *Monograptus flemingii* (Salter); Gutiérrez-Marco *et al.*, p. 132; Figs. 2a, b.
- .1998 *Monograptus flemingii* (Salter); Štorch *et al.*, pp. 321, 322.
- .2005b *Monograptus flemingii* (Salter); Lorenzo *et al.*, p. 41.

**Observaciones:** El radosoma es robusto y rectilíneo, con la parte proximal algo recurvada dorsalmente comenzando en las tecas 2-3. La anchura se incrementa en una forma gradual rápida desde 0,85-1 mm en la teca 1, a 1,3-1,5 en la teca 5 y alcanzando

los 2,0-2,9 mm en la teca 20. La anchura máxima distal es de 2,7-3,2 mm. Las tecas son ganchudas y sus aberturas se orientan hacia el extremo proximal del radosoma; el número en 10 mm decrece de 12,5-15 en los primeros 10 mm a 9,5-11 en las partes distales. La sícula mide 1,6-2,1 mm de longitud y su ápice se sitúa normalmente a la base de la teca 3; en algunos ejemplares se observa una virgella corta y aguda.

*Distribución:* *Monograptus flemingii* es una forma cosmopolita que se extiende, al igual que en la región surcentroibérica, entre las biozonas de *M. belophorus*-*Cyrtograptus rigidus* (Sheinwoodiense) y de *Cyrtograptus lundgreni* (Homeriense temprano). El material estudiado procede de los sinclinales de Guadarranque (yacimientos PS-10 (=SP-A-(-6) y 81-Ci-17), Herrera del Duque (niveles HD-E, HD-F y HD-G), Corral de Calatrava [CO-26, CO-27, CO-29, CO-30, CO-31 y CC JA-8 (?)], Almadén (Localidades AL AM-3, cf. AL AV-3, AL AV-4 y Loc.1), Valdeazogues-Puertollano (niveles PT RE-13, PTRE-14, PTRE-15, cf. PT RE-16, PTRE-17 y PTRE-21) y Guadalmez (niveles CHW-8, CHW-9, CHW-10, CHW-16, CHW-21, CHW-25, cf. CHW-26 y CHW-28), con dudas, en San Benito [nivel SB PQ-54-54a (?)] y Sierra Morena oriental (muestra M-9804 (cf.) de la hoja geológica MAGNA nº862).

### ***Monograptus gemmatus* (Barrande, 1850)**

(Lám. 14, fig. 4)

- \*1850 *Rastrites gemmatus* Barr.; Barrande, p. 68; Lám. 4, fig. 5.
- ?1926 *Monograptus gemmatus* (Barr.); Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez; 1952, p. 37).
- non1931 *Monograptus gemmatus* (Barr.); Habermelner, pp. 55-56; Lám. 1, fig. 20 (Trad. Meléndez, 1952, pp. 85-86); Lám. 1, fig. 20 (= *Paradiversogr. capillaris*?).
- ?non1960 *Rastrites gematus*, Barr.-sic-; Hernández Sampelayo, Lám. 9, fig. 61.
- ?1961 *Monograptus gemmatus*; Márquez Triguero, pp. 194, 195.
- ?1971a *Monograptus gemmatus*, Barr.; Saupé, p. 147.
- v1988 *Monograptus intermedius* (Carruthers) sensu Elles & Wood; Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 92.
- vnon?1988 *Monograptus* cf. *gemmatus* (Barr.); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 92 (= *Paradiversogr. capillaris*?).
- .1993a '*Monograptus*' *gemmatus* (Barrande); Loydell, pp. 126-128; Figs. 22 (7, 9, 11, 12, 16, 17, 20, 21, 28, 29); Figs 23 (18, 20); Lám. 5, figs. 13, 16.
- .1998b *Monograptus gemmatus* Barrande; Storch, p. 122; Fig. 4.11; Lám. 2, figs. 1-2.
- .2002 '*Monograptus*' *gemmatus* (Barrande); Loydell & Maletz, pp. 194-195; Figs. 3A-3G.

*Observaciones:* El material está representado por partes proximales enrolladas en una espiral irregular o bien por fragmentos distales de aspecto flexuoso y localmente contorsionado. La región proximal es muy fina (0,4-0,5 mm) y las metatecas ganchudas se presentan distanciadas (11 en 10 mm); en la región distal los ganchos metatecales representan más de la mitad de la anchura del estipe (0,6-0,8 mm) y el número de tecas disminuye a 8,5-10 en 10 mm.

*Monograptus gemmatus* fue identificado por vez primera en el área de estudio por Henke & Hundt (1926), pero su material original, procedente de Almadén, fue revisado e ilustrado por Habelfner (1931, lám. 1, figs. 15a-b y 16a-c), quien lo reasignó a “*M.*” *gregarius* y “*M.*” *concinus*, respectivamente. En nuestra opinión, la primera especie con seguridad no es *Coronograptus gregarius* (Lapworth, 1876), y parte de la segunda se asemeja a *Pristiograptus pristinus* Příbyl (Příbyl, 1940a). Por otra parte, uno de los ejemplares de “*M. sedgwickii*” de Henke & Hundt (1926) fue revisado por Habelfner (1931, lám. 1, fig. 20) como *Monograptus gemmatus*, pero ni siquiera parece de este género.

La especie arrastra problemas taxonómicos y no siempre es fácil de reconocer. Su confusión con *Paradiversograptus capillaris* (Carruthers, 1867) arranca del trabajo de Elles & Wood (1913) y fue heredada en la zona de trabajo (Habelfner, 1931; Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, 1988). Loydell (1993a) reconoce sus tecas monograptidas, pero duda de su inclusión en el género *Monograptus* por la forma espiral inicial (posiblemente helicoidal) del radosoma.

**Distribución:** *Monograptus gemmatus* se encuentra difundido a nivel mundial en la base del Telychiense, donde caracteriza una subzona homónima incluida en la Biozona de *Spirograptus guerichi* de Avalonia (Loydell, 1991, 2012; Zalasiewicz *et al.*, 2009), o participa en la Subzona de *Paradiversograptus runcinatus*-*M. gemmatus* (Biozona de *Rastrites linnaei*) de Europa central y mediterránea (Gutiérrez-Marco & Storch, 1998; Storch, 1998b). En el área surcentroibérica, *M. gemmatus* ha sido registrado en las localidades CC GU JA-12 de Corral de Calatrava, localidad 18 de El Entredicho (sinclinal de Almadén) y localidad M9816 de la hoja MAGNA nº 863 de Sierra Morena oriental.

#### ***Monograptus? cf. grobsdorfiensis* (Hemmann, 1931)**

- cf.\*1931 *Monograptus grobsdorfiensis* n. sp.; Hemmann, p. 22; Lám. 5, figs. 9-11.
- cf.1945 *Spirograptus grobsdorfiensis* (Hemmann); Příbyl, p. 195; Lám. 2, figs. 6, 7.
- v1998 *Monograptus? cf. grobsdorfiensis* (Hemmann); Storch *et al.*, p. 321.
- cf.2003 *Spirograptus grobsdorfiensis* (Hemmann); Goncuoglu & Sachanski, Fig. 2.3.

**Observaciones:** De este taxón no disponemos más que de fragmentos de un radosoma espiralado con curvatura dorsal, de 1,2-1,5 mm de anchura dorsoventral y aproximadamente 8 tecas en 10 mm. Su carácter más distintivo son las metatecas ganchudas y de perfil redondeado, con una base relativamente estrecha. Esta morfología es bastante distinta de las especies del género *Oktavites*, con el que lo relacionan algunos autores (Loydell, 2003).

**Distribución:** *M.? grobsdorfiensis* ha sido citado en el Telychiense en las biozonas de *Oktavites spiralis* y *Cyrtograptus lapworthi* de Europa central y norte de Turquía. En la región surcentroibérica *M.? cf. grobsdorfiensis* se encontrado en la zona de Corral de Calatrava (niveles CO-14 y CO-16+1,6).

### ***Monograptus juancarlosi* Štorch, 1998**

(Lám. 14, figs. 7, 11)

- .1998 *Monograptus* sp. n. A; Gutiérrez-Marco & Štorch, p. 89; Fig. 9.  
\*1998b *Monograptus juancarlosi* sp. n.; Štorch, pp. 122, 124; Fig. 4 (5); Lám. 4, figs. 2, 7; Lám. 7, figs. 3, 5.

*Observaciones:* El rabdosome presenta una leve curvatura dorsal en la región proximal, y distalmente puede presentarse arqueado ventralmente. Su carácter más distintivo es el incremento extraordinariamente lento en la anchura dorsoventral, que de un modo muy gradual pasa de 0,2-0,25 mm a 0,95 mm, a una distancia de 10 cm del extremo proximal. Las tecas son ganchudas y apenas están solapadas. Las aberturas se orientan proximalmente y los ganchos metatecales comprenden 2/5 a 1/2 de la anchura de la estipe en la región proximal y 1/3 en la distal. El número de tecas en 10 mm varía entre 8-8,3 (parte proximal) y 9,5-10,5 (parte distal).

*Distribución:* En la Cordillera Ibérica, *M. juancarlosi* es común en la parte superior de la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* y en la parte inferior y media de la de *Torquigraptus tullbergi* del Telychiense (Štorch, 1998b). En la región surcentroibérica la especie está representada con dudas en la Biozona de *M. griestoniensis* y se extiende con seguridad en las biozonas de *T. tullbergi* y *O. spiralis*, en los sinclinales de Guadarranque (localidades PS-4 (=SP-A-1) y 81-Ci-13), Corral de Calatrava (niveles CO-11, CO-11+0,6 y CO-11+0,8), Almadén (cf. Mina de Almadén), Guadalmez (niveles EB-1T, EB-2 y EB-2A) y en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches (localidades cf. GM PO (S) y GM PO de Santa Eufemia y SB PQ-3 (?) de San Benito) y en Sierra Morena oriental (nivel EC SE-2G de El Centenillo).

### ***Monograptus marri* Perner, 1897**

(Lám. 2, fig. 6; Lám. 14, figs. 6, 9-10)

- \*1897 *Monograptus Marri* n. sp.; Perner, p. 21; Figs. 23, 25 (? 24); Lám. 11, figs. 5, 6, 10, 11.  
?1931 *Monograptus runcinatus* var. *pertinax* (Elles & Wood); Habermelner, p. 59; Lám. 1, figs. 24a, b. (Trad. B. Meléndez, 1952; p. 92; Figs. 25a-b).  
?1955 *Monograptus* cf. *marri* Perner; Redlin (mapa en Walter, 1977).  
?1960 *Monograptus pandus*, Lapw.; Hernández Sampelayo, p. 4; Lám. 1, fig. 4; Lám. 3, figs. 22, 22a.  
?1960 *Monograptus* cf. *Marri*, Pern.; Hernández Sampelayo, p. 18; Lám. 3, fig. 23a.  
?1960 *Monograptus* cf. *pandus*, Lapw.; Hernández Sampelayo, p. 19; Lám. 3, figs. 21, 21a.  
?1960 *Monograptus* cf. *densus*, Pern.; Hernández Sampelayo, p. 43; Lám. 21, fig. 1.  
?1960 *Monograptus Marri*, Pern.; Hernández Sampelayo, p. 49; Lám. 24, fig. 8;  
?1960 *Monograptus* aff. *pandus*, Lapw.; Hernández Sampelayo, p. 51; Lám. 26, fig. 6.

- ?1960 *Monograptus* aff. *Marri*, Pern.; Hernández Sampelayo, p. 52; Lám. 3, fig. 23; Lám. 26, fig. 4.
- ?1970 *Monograptus marri* Perner; Rickards, pp. 71-72; Fig. 16 (19); Lám. 4, fig. 10; Lám. 5, fig. 7.
- p1975 *Monograptus marri* Perner; Bjerreskov, pp. 69-70; tabla 7, (non Lám. 10, fig. F).
- 1975 *Monograptus marri* Perner; Hutt, pp. 95-96; Fig. 26 (4); Lám. 15, fig. 6.
- ?1976 *Monograptus* cf. *marri* Perner; Lozac'h & Vidal, p. 33.
- ?1978 *Monograptus* cf. *marri* Perner; Blachère, pp. 41, 42.
- ?1978 *Monograptus marri* Perner; Blachère, p. 42.
- ?1980 *Monograptus marri*; Robardet *et al.*, p. 114.
- ?1987 *Monograptus* cf. *marri* (Perner); Martín Herrero *et al.*, p. 21.
- ?1987 *Monograptus marri* (Perner); Mira *et al.*, p. 22
- v.non1988 *Monograptus* cf. *marri* Perner; Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93 (= *M. parapriodon*).
- 1988 *Monograptus marri* Perner; Portero *et al.*, p. 25.
- v.1989 *Monograptus marri* Perner; Rodríguez Núñez *et al.*, pp. 89, 91; Lám. 2, fig. 2.
- v?1989 *Monograptus* cf. *marri* Perner; Rodríguez Núñez *et al.*, p. 92.
- v.1989 *Monograptus pandus* (Lapworth); Rodríguez-Núñez *et al.*, p. 89.
- 1990 *Monograptus marri* (Perner); Rodríguez Pevida *et al.*, p. 19.
- non1990 *Monograptus* cf. *marri* Perner; Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60 (= *M. parapriodon*).
- .1993a *Monograptus marri* Perner; Loydell, pp. 105-107; Figs. 20 (1-3, 10, 15, 22-25); Lám. 4, fig. 4.
- .1996b *Monograptus marri* Perner; García Palacios *et al.*, p. 21.
- .1998 *Monograptus marri* Perner; Štorch *et al.*, p. 320.
- . 2005b *Monograptus marri* Perner; Lorenzo *et al.*, p. 41.

**Observaciones:** El rabdosoma de esta especie es rectilíneo y tiene tecas ganchudas con aberturas dirigidas en sentido proximal. La anchura se incrementa de una forma gradual y rápida, desde 0,45 mm (teca 1) a 0,9 mm (teca 10), hasta alcanzar un máximo distal de 2 mm. El solapamiento tecal se incrementa gradualmente hasta alcanzar ½ de la longitud tecal. El número de tecas en 10 mm es de 11,7 en la parte proximal y 8-10 en la región distal. La sícula mide 1,2-1,6 mm de longitud y su ápice se sitúa a la altura de la teca 1 o justo por encima de ella.

*Monograptus marri* abunda en la región estudiada, donde no es descartar su posible confusión con *M. priodon* en alguno de los trabajos precedentes. Esto mismo podría suceder con fragmentos de estipes finas relacionados con *M. pandus* (Lapworth, 1877) o con *M. densus* Perner, 1897, dos especies parcialmente sinónimas posteriores de *M. marri* (Loydell, 1993a). En opinión de Loydell (1993a) la mayoría del material tipo de *M. runcinatus* var. *pertinax* sería coespecífico con *M. marri*, lo mismo que parece ocurrir con el material centrobérico referido a la subespecie (Haberfelner, 1931).

**Distribución:** Se trata de una especie cosmopolita cuyo registro se extiende desde de la Biozona de *Rastrites linnaei* hasta la de *Monoclimacis griestoniensis*, a lo largo de la mitad inferior del Telychiense. En la región surcentroibérica, los primeros representantes de *M. marri* aparecen en la base de la Biozona de *R. linnaei* y los últimos

en la Biozona de *Streptograptus crispus*, habiéndose identificado en los sinclinales de Guadarranque [niveles PS-2 (=SP-A-2) (?), 81-Ci-2, CJN-1 (=NC-A-1t) (?) y PN-1 (=NP-A-1a)], Herrera del Duque (cf. HD-A), Corral de Calatrava (niveles CO-1, CO-2, CO-3, CO-4/4A, CO-4, CO-5 CC JA-0 y CC JA-1), Almadén (nivel AL LP-A y en la mina de Almadén), Valdeazogues-Puertollano (nivel cf. PT OB-1) y Chillón (niveles CHE-1 y GM GN-3) y en Sierra Morena oriental (nivel cf. EC SE-1G de El Centenillo) y en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches (muestra M-9816 de la hoja MAGNA nº863).

### ***Monograptus parapriodon* Bouček, 1931**

(Fig. 18.7a; Lám. 14; figs. 5, 12-14)

- \*1932 *Monograptus parapriodon* n. sp.; Bouček, pp. 6, 17; Figs. 4a-b.
- ?1955 *Monograptus* cf. *parapriodon* Bouček; Redlin (mapa en Walter, 1977).
- .1971 *Monograptus* (*Monogr.*) *priodon parapriodon* Bouček; Schauer, p. 57; Lám. 36, figs. 12, 13.
- .1988 *Monograptus parapriodon* Bouček; Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93.
- cf.p.v1990 *Monograptus priodon* (Bronn); Pieren Pidal & Gutiérrez-Marco, p. 60 (horizonte HD-A); non Figs. 3, a1-a2.
- cf.v1990 *Monograptus* cf. *marri* Perner; Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60
- cf.v2005a *Monograptus* cf. *parapriodon* Bouček; Lorenzo Álvarez *et al.*, p. 39.
- .2005b *Monograptus parapriodon* Bouček; Lorenzo, p. 41.
- .2009 *Monograptus parapriodon*; Loydell *et al.*, fig. 4t.

*Observaciones:* El radosoma es rectilíneo y tiene tecas ganchudas. Su anchura dorso-ventral aumenta lentamente hasta un valor máximo de 1,2-1,4 mm. El número de tecas es 9-12 en la parte proximal y 8-10 en la región distal. El ápice de la sícula supera con claridad el nivel de la teca 1.

El aspecto general del radosoma de esta especie es muy parecido al de *M. marri* Perner, 1897, pero las tecas muestran un mayor solapamiento; de *M. priodon* (Bronn, 1835) se distingue por su estipe más estrecho, con incremento en anchura mucho más lento. Algunos ejemplares con el extremo proximal curvado dorsalmente los identificamos aquí como *M. cf. parapriodon*.

*Distribución:* En su área tipo de Bohemia, *Monograptus parapriodon* se extiende desde la Biozona de *Torquigraptus tullbergi* hasta la de *Cyrtograptus lapworthi* (Storch, 1994a) de la mitad superior del Telychiense, y todo el registro europeo posterior se ordena dentro de este rango. Sin embargo, la especie ha sido citada en horizontes más antiguos (biozonas de *Streptograptus crispus* y *Monoclimacis griestoniensis*) en Norteamérica (Lenz, 1982) y China (Mu *et al.*, 2002).

En la región surcentroibérica, *M. parapriodon* se encuentra representado en las biozonas de *T. tullbergi* y *O. spiralis* del sinclinal de Guadalmez (localidades GM-H, 27 (?), cf. 28 y 29 (?), en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches [Santa Eufemia: cf. GM EU-2 (?)] y en Sierra Morena oriental (localidades cf. M-9803 y M-9807 de la hoja MAGNA nº 862 y IN-GM-05-01-M1 de la hoja MAGNA nº 864)

### ***Monograptus praecedens* Bouček, 1931**

- \*1931 *Monograptus praecedens* n. sp.; Bouček, pp. 6, 17; Figs. 3a-b.
- .1971 *Monograptus* (*Monogr.*) *priodon praecedens* Bouček; Schauer, p. 57; Lám. 36, figs. 14-15; Lám. 37, fig. 3.
- .1975 *Monograptus praecedens* Bouček; Bjerreskov, p. 74; Fig. 21A; Lám. 11A.
- v.non1990 *Monograptus praecedens* Bouček; Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60; Fig. 3b (= *M. flemingii*).
- .1998 *Monograptus praecedens* Bouček; Štorch *et al.*, p. 321.

*Observaciones:* El radosoma de esta especie es muy característico, pues tiene un trazado rectilíneo, con tecas ganchudas semejantes a las de *M. priodon*, pero con un brusco incremento en anchura desde el extremo proximal: de modo que desde un valor inicial de 0,8 mm en la teca 1, se pasa a 2,5 mm de anchura dorso-ventral en los 10 mm iniciales. Las tecas tienen un solapamiento mayor que *M. priodon*, y su porción ganchuda representa tan solo 1/4 de la anchura en las porciones distales del estipe. El número de tecas en 10 mm disminuye de 15 en la parte proximal, a 10-11 en la distal. El ápice de la sícula se sitúa a un nivel ligeramente inferior al de la abertura de la teca 3.

El incremento tan rápido en la anchura proximal de *M. praecedens* le da un aspecto bastante parecido al de algunas poblaciones de *M. flemingii* (Salter, 1852), especie con la que fué confundido por Pieren & Gutiérrez-Marco (1990).

*Distribución:* En su área tipo de Bohemia, *M. praecedens* se registra desde la Biozona de *Spirograptus spiralis* hasta la de *Cyrtograptus insectus* (Storch, 1994a) del Telychiense superior. En la región báltica su hallazgo se extiende hasta la parte inferior de la Biozona de *Cyrtograptus centrifugus* (Bjerreskov, 1975). En la Zona Centroibérica española, *M. praecedens* aparece únicamente en la Biozona de *Oktavites spiralis* de la sección de Corral de Calatrava (nivel CO-14) y, con dudas, en el sinclinal de Guadalmez (cf. EB-3A).

### ***Monograptus priodon* (Bronn, 1835)**

(Fig. 18.7b; Lám. 14, figs. 8, 15-23)

- \*1835 *Lomatoceras priodon* n. s.; Bronn, p. 56; Lám. 1, fig. 13.
- ?1855 *Graptolithus priodon*; Verneuil & Barrande, p. 1015.
- ?1875a *Monograpsus Priodon*, Bronn; Mallada, p. 36; Lám. 7, figs. 10-11, 10a, 11a (= Geinitz, 1852; Lám. 3, figs. 20, 21, 25a, 25b).
- ?1875b *Monograpsus priodon*, Barr.; Mallada, p. 96.
- ?1876 *Monograpsus Priodon*, Barr.; Egozcue & Mallada, p. 142.
- .1894 *Monograptus priodon*, (Bronn); Perner, pp. 8-11; Figs 1, 3-6; Lám. 1, figs. 1-8; Lám. 2, figs. 1-11; Lám. 3, fig. 13.
- ?1897 *Monograptus priodon*; Malaise, p. 26.
- .1899 *Monograptus priodon*, Br. s. str.; Perner, pp. 1-3; Figs. 1,2; Lám. 15, fig. 28 (? 5).
- ?1916 *Monograptus priodon* Bronn; Gómez de Llarena, p. 52.
- ?1926 *Monograptus priodon* Bronn; Hernández Sampelayo, p. 438.
- .1926 *Monograptus priodon*, (Bronn); Henke, p. 214.



- non1926 *Monograptus priodon* (Bronn); Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952; pp. 32, 33, 36, 37; Lám. 1, fig. 1).
- ?1955 *Monograptus priodon*, Brong./Barr.; Ramírez y Ramírez, pp. 422, 427; Lám. 70, fig. A.
- ?1955 *Monograptus priodon priodon* (Bronn); Redlin (mapa en Walter, 1977).
- ?1959 *Monograptus priodon*; Mingarro Martín, p. 287.
- ?1960 *Monograptus priodon*, (Bronn); Hernández Sampelayo, pp. 8, 18, 27; Lám. 3, fig. 17; Lám. 11, fig. j.
- ?1960 *Monograptus* cf. *priodon*, (Bronn); Hernández Sampelayo, pp. 20, 21, 43; Lám. 3, fig. 17a; Lám. 21, fig. 9.
- ?1960 *Monograptus* aff. *priodon*, (Bronn); Hernández Sampelayo, p. 52; Lám. 26, fig. 8.
- ?1962 *Monograptus priodon*, Bronn; Almela *et al.*, pp. 213, 219, 221, 248, 252.
- ?1963 *Monograptus priodon priodon* (Bronn.); Romariz, p. 133.
- ?1968 *Monograptus priodon* (Bronn & Vel); Butenweg, p. 52.
- ?1968 *Monograptus priodon* (Bronn); Kettel, p. 52.
- ?1971 *Monograptus priodon*; Arribas *et al.*, p. 12.
- ?1971a *Monograptus priodon*, Bronn.; Saupé, p. 147.
- ?1971a *Monograptus priodon?*, Bronn.; Saupé, p. 147.
- ?1971a *Monograptus* cf. *priodon*, Bronn.; Saupé, p. 147.
- ?1971b *Monograptus priodon* (Bronn); Saupé, p. 362.
- ?1971b *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn); Saupé, p. 362.
- .1971 *Monograptus* (Monogr.) *priodon priodon* (Bronn); Schauer, pp. 56-57; Lám. 35, figs. 6-8; Lám. 36, figs. 8-11; Lám. 37, figs. 1, 2.
- 1974 *Monograptus priodon* Bronn; Lauret, pp. 61, 62; Lám. 9, fig. 5.
- ?1976 *Monograptus priodon priodon* Bronn.; Gil Cid *et al.*, p. 25.
- ?1977 *Monograptus priodon* (Broun.); Ríos Aragüés, p. 81.
- ?1978 *Monograptus* sp. ex gr. *priodon* Bronn; Blachère, p. 42.
- ?1978 *Monograptus priodon* Bronn; Blachère, p. 44.
- ?1980 *Monograptus priodon* s.l.; Robardet *et al.*, 114.
- ?1982 *Monograptus priodon* (Bronn); Ballestra *et al.*, p. 61.
- ?1982 *Monograptus priodon* s.l; Ballestra *et al.*, p. 61.
- ?1985 *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn); Pieren, p. 169.
- ?1988 *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93.
- p.v1989 *Monograptus priodon* (Bronn); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 92, loc. PS-4; p. 94, loc. PN-2A; p. 93, loc. PS-1; p. 96, loc. BN-1; p. 97, loc. NN-7 (non p. 92, loc. PS-10; p. 93, loc. PS-2; 96, 97).
- ?1989 *Monograptus* cf. *marri* Perner; Rodríguez Núñez *et al.*, pp. 92, 93.
- p.v1989 *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 97 (non p. 94, loc. PN-2B).
- ?1989 *Monograptus* gr. *priodon* (Brogner); Olivé Davó *et al.*, p. 43.
- ?1989 *Monograptus* cf. *priodon* (Brogner); Olivé Davó *et al.*, p. 42.
- p.v1990 *Monograptus priodon* (Bronn); Pieren Pidal & Gutiérrez-Marco, p. 60 (pp= *M. parapriodon*); Figs. 3, a1-a2.
- ?1990 *Monograptus pandus* (Lapworth); Rodríguez Pevida *et al.*, p.19.
- ?1991 *Monograptus priodon*; Kappes, Lám. 6, Figs. 8, 11.

- .1993a *Monograptus priodon* (Bronn); Loydell, pp.107-112; Figs. 20 (4, 5, 11, 26); Lám. 5, fig. 2,12.
- .1998 *Monograptus priodon* (Bronn); Štorch *et al.*, p. 320, 321.
- .2005b *Monograptus priodon* (Bronn); Lorenzo *et al.*, p. 41.
- v2009a *Monograptus priodon* (Bronn); Matas González *et al.*, pp. 37-38.
- .2009 *Monograptus priodon* (Bronn); Loydell *et al.*, Fig. 4v.
- .2012 *Monograptus priodon* (Bronn); Lenz *et al.*, p. 23; Lám. 8, figs. 1-10.
- 2013 *Monograptus priodon* (Bronn); Zhang *et al.*, pp. 133, 135; Figs. 6E, P, V, Y, 7E, J, Q-S.

*Observaciones:* El raddosoma es rectilíneo y de tecas ganchudas, cuya anchura se incrementa de una forma rápida, desde 0,6 mm (teca1) a 0,9 mm (teca 5), hasta alcanzar un máximo distal de 3 mm. Las tecas son uniformes, con metatecas ganchudas que representan 1/3 de la anchura del estipe. El solapamiento tecal aumenta rápidamente de 1/5 en la parte proximal a 1/2 en la parte distal. El número de tecas en 10 mm es de 14-15 en el extremo proximal y de 10,5-13 en la región distal. La sícula mide 1,12-1,16 mm de longitud y su ápice supera la altura de la teca 1.

*Monograptus priodon* ha sido bastante citado por autores previos en la Zona Centroibérica, pero parte de estas menciones podrían corresponder a fragmentos mesio-distales de estipes de otras especies fáciles de confundir con *M. priodon*, en ausencia de la región proximal, tales como *M. marri* Perner, 1897, *M. parapriodon* Bouček, 1931, *M. flemingii* (Salter, 1852) o *M. belophorus* (Meneghini, 1857). Lo mismo podría suceder con algunas citas relacionadas con *M. pandus* (Lapworth, 1877) y con *M. densus* Perner, 1897, que constituyen sinónimos parciales de *M. priodon* (Loydell, 1993b).

*Distribución:* *Monograptus priodon* es uno de los graptolitos silúricos citados con mayor frecuencia a nivel mundial, antes de su moderna revisión taxonómica (Loydell, 1993b). El rango más completo de la especie se encuentra en Bohemia, donde su registro abarca desde la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* hasta el techo de la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* (Storch, 1994a), que incluyen parte del Telychiense y la base del Sheinwoodiense, aunque en Gran Bretaña tal vez aparezca representada desde las biozonas de *Spirograptus turriculatus* o de *Streptograptus crispus* (Zalasiewicz *et al.*, 2009).

En la región surcentroibérica, *Monograptus priodon* se extiende desde la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* hasta la de *Cyrtograptus murchisoni* en los sinclinales de Guadarranque (PS-4 (=SP-A-1), PS-3 (=SP-A-3) (?), cf. 81-Ci-13 y PN-2A (NP-A-1), Herrera del Duque (nivel HD-A), Corral de Calatrava (niveles ex gr. CO-5/7, ex gr. CO-6, cf. CO-8A, cf. CO-9, CO-11, CO-11(+1), CO-11(+1'3), CO-12, CO-14, CO-15, CO-16, CO-17, CO-18 y CO-20), Almadén (yacimientos Loc. 9, ex gr. AL AM-W, ex gr. AL VI, ex gr. AL AM, ex gr. AL AM-2 y Mina de Almadén), Valdeazogues-Puertollano (niveles PT RE-11/W y cf. PT RE-11 de Retamar y ex gr. PT VAZ-5, ex gr. PT VAZ-8, ex gr. PT VAZ-9, PT VAZ-11 y PT VAZ-13 de Valdeazogues), Guadalmez (río Guadalmez: yacimiento ex gr. Loc 14, Estación de Chillón: niveles CHW-2 y ex gr. CHW-17; Estación de Belalcazar: niveles EB-1, EB-1T, EB-2, EB-4, EB-4A, cf. EB-5NOD, EB-6F, EB-6G, EB-7 y EB-8; Guadalmez Norte: niveles ex gr. GM GN-2, GM GN-4, GM GN-5 y GM GN-7 y estación de Las Cabras: niveles cf. GM EC-7 y ex gr. GM EC-8). En el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches ha aparecido en la zona

de Santa Eufemia (Localidad cf. GM PO (N) y San Benito (niveles cf. SB PQ-12, cf. SB PQ-14, SB PQ-15, ex gr. SB PQ-17, SB PQ-23, ex gr. SB PQ-24, SB PQ-25, SB PQ-28, ex gr. SB PQ-30 y SB PQ-31) y en Sierra Morena oriental en El Centenillo (EC SE-3G, EC SE-5G y EC SE-6G) y en las hojas MAGNA n° 862 (muestra M-9805) y n° 839 (castillo de Montizón, muestras 21-33 IN-GM 05-05-M4 y M5)

### ***Monograptus probosciformis?* Bouček, 1931**

?\*1931 *Monograptus probosciformis* n. sp.; Bouček, pp. 7, 17; Figs. 3c-e.

?1994a *M. probosciformis* Bouček; Štorch, Fig. 6J.

.1998 *Monograptus* aff. *probosciformis* Bouček; Štorch *et al.*, p. 321.

*Observaciones:* De este taxón se cuenta únicamente con unos fragmentos anchos del rabdosoma (2,3 mm), que muestran tecas ganchudas mal conservadas y una marcada curvatura ventral. Su aspecto recuerda al de *M. probosciformis*, pero la densidad tecal resulta algo menor. Por esta razón, los ejemplares fueron identificados en nomenclatura abierta por Storch *et al.* (1998), que los asignaron tentativamente a la Biozona de *Cyrtograptus insectus?* de Corral de Calatrava. Estudios posteriores en la misma sección (Loydell *et al.*, 2009) demostraron la presencia de una laguna estratigráfica equivalente a las biozonas de *C. insectus* y *C. centrifugus*.

*Distribución:* La forma nominal fue señalada en la Biozona de *Stomatograptus grandis* de Bohemia (Storch, 1994a), actualmente incluida en la Biozona de *C. insectus* (Telychiense tardío). *Monograptus probosciformis?* se restringe al nivel CO-16 de la sección de Corral de Calatrava, ahora reinterpretado como de la parte más baja de la Biozona de *C. lapworthi*.

### ***Monograptus riccartonensis* Lapworth, 1876**

(Fig. 18.7d; Lám. 14, figs. 1, 2)

\*1876 *Monograptus riccartonensis* n. sp.; Lapworth, p. 355; Lám. 13, figs. 2a-e.

.1913 *Monograptus riccartonensis*, Lapworth; Elles & Wood, pp. 424-425; Figs. 286a-c; Lám. 42, figs. 8a-e.

non1926 *Monograptus riccartonensis* Lapw.; Hernández Sampelayo, p. 437.

non1926 *Monograptus riccartonensis* Lapw.; Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, p. 38) (= *Monograptus runcinatus* var. *pertinax* fide Haberfelner, 1931, Lám. 1, figs. 24a-b; el ejemplar 24b puede ser *Streptograptus* sp.).

non1960 *Monograptus* cf. *riccartonensis*, Lapw.; Hernández Sampelayo, pp. 20, 21; Lám. 4, figs. 25, 25a, 25b.

.1974 *Monograptus riccartonensis* Lapworth; Lauret, p. 62.

cf.1978 *Monograptus* cf. *riccartonensis* Lapworth; Jaeger, p. 101; Lám. 1, fig. 10.

cf.1989 *Monograptus* cf. *riccartonensis* Lapworth; Rodríguez-Núñez *et al.*, p. 97.

.1994a *Monograptus riccartonensis* Lapworth; Štorch, 1994; Fig.7C.

.1999 *Monograptus riccartonensis* Lapworth; Zalasiewicz & Williams, Fig. 9f.

.2009 *Monograptus riccartonensis* Lapworth; Loydell *et al.*, Fig. 6d.

.2009 *Monograptus riccartonensis* Lapworth; Štorch & Piras, pp. 87-88; Fig. 4a.

*Observaciones:* El radosoma es rectilíneo, con una leve curvatura dorsal en la región proximal. La anchura es prácticamente uniforme (1,5 mm, rara vez 2 mm). La sícula mide 1,6-2 mm de longitud y su ápice alcanza o supera ligeramente el nivel de la teca 2. Las tecas son ganchudas y su número en 10 mm varía entre 8 y 10.

*Distribución:* Esta especie se encuentra ampliamente difundida y tiene gran interés bioestratigráfico, pues define una biozona en el Sheinwoodiense que ha sido reconocida también en la región surcentroibérica: sinclinales de Corral de Calatrava (niveles aff. CO-17 y cf. CO-27), Guadalmez (Loc. 23) y Valdeazogues-Puertollano (nivel PT RE-12) y en la zona de San Benito (nivel cf. SB PQ-38).

### ***Monograptus* spp.**

- ?1875a *Monograptus latus*, Mac Coy; Mallada, p. 36; Lám. 7, figs. 7, 7a (= Geinitz, 1852; Lám. 2, figs. 37a, 37b).
- ?1875b *Monograptus latus*, Mac-Coy; Mallada, p. 96.
- ?1876 *Monograptus latus*, MacCoy; Egozcue & Mallada, p. 142.
- ?1926 *Monograptus retroflexus* Tullberg; Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, p. 33).
- non1931 *Monograptus intermedius* (Carr.); Habermelner, pp. 62-63; Lám. 1, figs. 26a-d; Fig.-text 3 (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 96-97; Figs. 29 y 30).
- ?1960 *Monograptus communis-acus*, E. W.-Lapw.; Hernández Sampelayo, p. 12; Lám. 4, fig. 26.
- ?1960 *Monograptus argenteus* var. *cygneus*, Törnquist; Hernández Sampelayo, p. 43; Lám. 2, fig. 7; Lám. 21, fig. 5.
- ?1960 *Monograptus argenteus*, Nich.; Hernández Sampelayo, p. 15; Lám. 2; fig. 7a; Lám. 21, fig. 7.
- ?1960 *Monograptus intermedius*, Barr.; Hernández Sampelayo, Lám. 9, figs. 55a, 55b, 55c, 55d.
- ?1960 *Monograptus limatulus*, Törnq.; Hernández Sampelayo, p. 15; Lám. 2, fig. 8.
- ?1960 *Monograptus* cf. *M'Coyi*, Lapw.; Hernández Sampelayo, p. 42; Lám. 20, fig. 1.
- ?1962 *Monograptus intermedius*, Carruth.; Almela *et al.*, pp. 212, 220, 240.
- ?1971 *Monograptus latus* McCoy; Arribas *et al.*, p. 12.
- ?1971 *Monograptus psioclo* Brong; Arribas *et al.*, p. 12.
- ?1971 *Monograptus mutuliferus mutuliferus* Gortani; Romariz *et al.*, p. 60.
- ?1971a *Monograptus intermedius* (Carruthers); Saupé, p. 147.
- ?1976 *Monograptus mccoylei* Lapw.; Gil Cid *et al.*, p. 25
- ?1976 *Monograptus latus* McCoy; Gil Cid *et al.*, p. 25; Lám. 2, fig. 5.
- 1976 *Monograptus mutuliferus mutuliferus* Gort.; Gil Cid *et al.*, p. 25; Est. 2, figs. 1-3.
- 1976 *Monograptus mutuliferus strigosus* Gort.; Gil Cid *et al.* p. 25.
- ?1982 *Monograptus* cf. *intermedius* (Nicholsen?); Ballestra *et al.*, p. 61
- ?1987a *Monograptus inopinus*; García Sansegundo *et al.*, p. 19.
- non1988 *Monograptus intermedius* (Carruthers) sensu Elles & Wood; Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p.92.
- v.non1989 *Monograptus mccoylei* Lapw.; Rodríguez Núñez *et al.*, p. 89.

- ?1990 *Monograptus nicholsoni* (Perner); Rodríguez Pevida *et al.*, p. 19.  
 ?1992a *Monograptus* cf. *lamarmorae* Meneghini, 1857; Soldevila, p. 358.  
 ?1992a *Monograptus* cf. *mutuliferus* Gortani; Soldevila, p. 358.

Observaciones: Dentro de este epígrafe reunimos, en nomenclatura abierta, diversas especies de *Monograptus* mencionadas por autores previos, pero no reconocidas en el presente estudio.

El primer grupo de especies son formas propias del Aeroniense inferior o medio (biozonas de *Demirastrites triangulatus* a *Lituigraptus convolutus*) identificadas en localidades donde estos niveles son poco o nada fosilíferos, o han sido revisadas como del Telychiense. Se trata de *Monograptus argenteus* (Nicholson, 1869), “*Monograptus cygneus* Törnquist, 1892” (considerado como una variante deformada del taxón precedente: Underwood, 1992, con referencias previas), “*Monograptus inopinus* Törnquist, 1899”, “*Monograptus*” *intermedius* (Carruthers, 1868), *Monograptus limatulus* Törnquist, 1892 y *Monograptus nicholsoni* Perner, 1897. La mayoría de estos taxones fueron identificados por material fragmentario y en mal estado de conservación, como prueban las ilustraciones aportadas por Hernández Sampelayo (1960), irreconocibles a nivel genérico. En otras ocasiones, parte de las citas de las supuestas especies aeronienses corresponden a taxones telychienses, como ocurre con *M. intermedius* sensu Habermelner (1931) [= *Torquigraptus planus*] o sensu Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco (1988) [= *M. gemmatus*].

Un segundo grupo de citas problemáticas lo constituyen algunas especies del Wenlock pertenecientes a la llamada “fauna Sárdica” (Degardin, 1980), que está integrada por numerosos taxones definidos a partir de material intensamente deformado (Piçarra, 2003). Su extensión a la región surcentroibérica fue propuesta por Romariz *et al.* (1971) y precisada para el sinclinal de Guadarranque por Gil Cid *et al.* (1976). En este último estudio se ilustran fragmentos indeterminables de monograptidos deformados, con tecas ganchudas, que aparecen determinados como *M. mutuliferus mutuliferus* Meneghini emend. Gortani, *M. mutuliferus strigosus* Gortani y *M. latus* McCoy. Los ejemplares tipo de las dos primeras especies proceden del Wenlock de Cerdeña (Gortani, 1923a, 1923b), y constituyen probables sinónimos posteriores de *M. gr. flemingii* (Salter) (Piras *et al.*, 2007). Otra forma “sárdica”, *Monograptus* cf. *lamarmorae* Meneghini emend. Gortani, 1923, fue citada por Soldevila (1992) en asociación con *M. cf. mutuliferus*, en un yacimiento del sinclinal de La Codosera (Badajoz), pero ambos parecen relacionados con fragmentos de *M. flemingii*.

Finalmente, el tercer grupo de monograptidos indeterminables estaría representado por ciertas formas mal definidas y de difícil reconocimiento. Se trata de las especies “*Monograptus*” *latus* (McCoy in Sedgwick & McCoy, 1848), cuyo ejemplar tipo es el fragmento de estipe de un dichograptóide ordovícico (Elles & Wood, 1901); *Monograptus maccoyi* Lapworth, 1877, parte de cuyas identificaciones posteriores se corresponden con *M. priodon* (Loydell, 1993a), *M. gr. priodon* (Hernández Sampelayo, 1960; Lám. 20, fig. 1) o incluso con *Pristiograptus bjerringus* (Rodríguez Núñez *et al.*, 1989); “*Monograptus*” *acus* Elles & Wood, 1913, del que Hernández Sampelayo (1960, Lám. 4, fig. 26) ilustra un ejemplar transicional con *C. communis* e indeterminable a nivel genérico; y, para terminar, el enigmático “*Monograptus psioclo* Brongniart”, citado por Arriba *et al.* (1971), del que no hemos logrado encontrar referencia alguna en la literatura paleontológica especializada.

## Género *Lituigraptus* Ni, 1978, emend. Štorch, 1998

Especie tipo: *Prionotus convolutus* Hisinger, 1837, del Llandovery de Suecia.

### *Lituigraptus convolutus* (Hisinger, 1837)

(Lám. 11, figs. 23-24)

- \*1837 *Prionotus convolutus* Hisinger, p. 114; Lám. 35, fig. 7.
- non1880 *Monograpsus convolutus*, Barr. sp.; Cortázar, p. 23.
- ?1875a *Monograpsus convolutus*, Hisinger; Mallada, p. 36; Lám. 7, figs. 12, 12a, 12b (= Geinitz, 1852; Lám. 4, figs. 33, 28, 30).
- ?1875b *Monograpsus convolutus*, Hisinger; Mallada, p. 96.
- vnon1876 *Monograpsus convolutus*, Hisinger; Egozcue & Mallada, p. 142.
- non1916 *Monograptus convolutus* His; Gómez de Llerena, p. 52.
- non1926 *Monograptus convolutus* His.; Hernández Sampelayo, p. 438.
- vnon1955 *Monograptus convolutus*, His.; Ramírez y Ramírez, pp. 422, 427; Lám. 70, fig. B.
- 1959 *Monograptus convolutus* (Bronn); Mingarro Martín, p. 287.
- non1960 *Monograptus convolutus*, His.; Hernández Sampelayo, pp. 17, 25, 44, 47; Lám. 6, figs. 38, 38a, 38b; Lám. 24, fig. 2.
- ?1962 *Monograptus convolutus*, (His.); Almela *et al.*, pp. 212, 221, 253.
- 1970 *Monograptus convolutus* (Hisinger). Rickards, pp. 82-83; Fig. 13 (15).
- ?1971 *Monograptus convolutus* His.; Arribas *et al.*, p. 12.
- 1975 *Monograptus convolutus* (Hisinger). Hutt, pp. 83-84; Figs. 22 (2, 6); Lám. 19, fig. 3; Lám. 25, fig. 3.
- non1989 *Monograptus convolutus* (His). Puche, foto p. 430.
- 1998c *Lituigraptus convolutus* (Hisinger); Štorch, p. 249; Figs. 11, 7A-D; Lám. 18, figs. 1-4; Lám. 19, fig. 3.

**Observaciones:** Aunque la especie “*Monograptus*” *convolutus* ha sido citada reiteradamente en localidades centroibéricas, casi todas las revisadas corresponden a niveles telychienses, donde *L. convolutus* había sido confundido con rabdosomas espiralados de *Torquigraptus* u *Oktavites*, lo cual comprobamos también con la revisión del material original de Egozcue & Mallada (1876), Ramírez y Ramírez (1955) o los fragmentos indeterminables ilustrados por Hernández Sampelayo (1960). En el mismo sentido, Hernández Sampelayo (1942, p. 261) ya había interpretado como “*M.*” *spiralis* la cita de “*M.*” *convolutus* hecha por Cortázar (1880).

En este trabajo presentamos los primeros restos incuestionables de *L. convolutus* procedentes de la Zona Centroibérica meridional. Se trata de porciones distales de estipe con las características metatecas aisladas y dimensiones propias de la especie.

**Distribución:** *Lituigraptus convolutus* caracteriza una biozona nominal en el Aeroniense, aunque su registro se inicia esporádicamente en la Biozona de *Pribylograptus leptotheca*. En la zona estudiada sus hallazgos se limitan a la localidad de la Cañada de Cantohincado, en el sinclinal de Puertollano, donde se encuentra asociada a otras formas aeronienses.

### Género *Torquigraptus* Loydell, 1993

Especie tipo: *Graptolithus Proteus* var. *plana* Barrande, 1850, del Llandovery de Bohemia.

#### *Torquigraptus arcuatus* (Bouček, 1931)

(Lám. 15, figs. 1-7)

- \*1931 *Monograptus arcuatus* Bouček, p. 7; Figs. 7a, b.
- v.1998 *Torquigraptus arcuatus* (Bouček); Štorch *et al.*, p. 320.
- v.1998b *Torquigraptus arcuatus* (Bouček); Štorch, pp. 127-128; Figs. 4 (12a-c); Figs. 5 (3a-c, 11); Lám. 4, fig. 5; Lám. 5, figs. 3-5.
- v2009a *Torquigraptus arcuatus* (Bouček); Matas González *et al.*, p. 37.

*Observaciones:* La especie se reconoce por su curvatura dorsal uniforme y su incremento muy gradual en anchura, hasta un máximo de 1,1 mm, alcanzado al nivel de las tecas 10-13. Las tecas proximales son alargadas y ganchudas y las mesio-distales triangulares, con un gancho metatecal torsionado lateralmente.

*Distribución:* *Torquigraptus arcuatus* se extiende desde la parte media de la Biozona de *Streptograptus crispus* hasta la parte inferior de la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* el Telychiense. En la zona de trabajo se ha documentado su presencia en las secciones de Corral de Calatrava (niveles cf. CO-5, CO-7, cf. CO-7b), sinclinal de Herrera del Duque (cf. Casa Ortiz), sinclinal de Almadén, sección del arroyo del Lápiz AL LP (nivel AL LP-B) y loc. 18 (El Entredicho); sinclinal de Guadalmez (cf. EB-3A y loc. 33); alrededores de Santa Eufemia [niveles cf. GM PO (N), GM PO (CENT)], El Centenillo y Jaén (niveles EC SE-1G, EC SE-2G, EC SE-3G).

#### *Torquigraptus australis* Štorch, 1998

(Lám. 15, figs. 8-9, 11)

- v1988 *Monograptus tullbergi spiralooides* (Příbyl); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco; p. 93.
- .1991 *Monograptus spiralis*; Kappes, Lám. 6, fig. 12.
- \*1998b *Torquigraptus australis* Štorch, pp. 128, 130; Figs. 5 (1, 4); Lám. 6, figs. 1, 3.
- .1998 *Torquigraptus australis* Štorch; Štorch *et al.*, p. 320.

*Observaciones:* El rabdosoma se presenta enrollado en una espiral regular con leve componente helicoidal, y alcanza 2,5 vueltas. Su porción proximal está menos curvada y sus tecas son más alargadas que el resto. La máxima anchura dorsoventral del estipe (0,9 mm) se alcanza al nivel de las primeras diez tecas. Las tecas mesio-distales presentan una clara torsión lateral y se orientan paralelas al eje del rabdosoma, con bases protecales que representan un tercio a dos quintos de la anchura dorsoventral, por lo que es frecuente la conservación escalariiforme de muchas colonias.

*Torquigraptus australis* es una forma relativamente frecuente en la Zona Centroibérica, donde fue confundida con otros graptolitos espirales, como *Oktavites* o *T. spiraloides*. Su caracterización como especie independiente (Štorch, 1998b) estableció sus diferencias con las anteriores y otras con las que había sido confundida en Bohemia, Gales y Cerdeña

**Distribución:** El rango de la especie se extiende, durante el Telychiense, desde la parte superior de la Biozona de *Streptograptus crispus* hasta la parte basal de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi*. En la zona de trabajo es especialmente frecuente en la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*, en los sinclinales de Corral de Calatrava (niveles CO-5/7, CO-6, CO-7b, CO-7, CO-8A, CO-8, CO-9, CO-10, CO-12), Guadalmez (sección de la Estación de Belalcázar, niveles EB-0, EB-1, cf. EB-1T) y Almadén (nivel ASC-D de la sección del arroyo del Lápiz y mina de Almadén); en las zonas de San Benito (niveles cf. SB PQ-1, SB PQ-3, SB PQ-15, SB PQ-16, SB PQ-17), Santa Eufemia, Córdoba (niveles GM PO (NOR), GM PO (CENT) y cf. GM PO) y El Centenillo, Jaén (niveles cf. EC SE-1G, cf. EC SE-2G, EC SE-4G, EC SE-5G) y en Sierra Morena oriental (Muestras 9803 y M-9806 de la hoja MAGNA nº 862).

### ***Torquigraptus flagellaris* (Törnquist, 1892)**

(Lám. 15, figs. 10, 12)

- \*1892 *Monograptus flagellaris* Törnquist, pp. 42-43; Lám.3, figs. 31-33
- non1931 *Monograptus* cf. *flagellaris* Törnquist; Habermelner, pp. 59-60; Lám. 1, fig. 25; pp. 137-138; Lám. 2, figs. 8a-d. (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 92-94; Fig. 26).
- v.1989 *Monograptus* cf. *curvus* Manck; Rodríguez Núñez *et al.*, p. 92.
- .1998 *Torquigraptus flagellaris* (Törnquist); Štorch *et al.*, pp. 320, 321.
- .1998b *Torquigraptus flagellaris* (Törnquist); Štorch, p. 130; Figs. 5 (2, 5, 6).

**Observaciones:** El rhabdosoma se presenta enrollado en una espiral helicoidal muy elevada, con una porción proximal con curvatura dorsal. A nivel de las tecas 4-7 el estipe se contorsiona abruptamente, para adquirir un enrollamiento ventral. Las tecas son triangulares y las metatecas, aisladas, terminan en un pequeño gancho torsionado de modo que la abertura pasa a ser lateral.

**Distribución:** *Torquigraptus flagellaris* caracteriza los niveles de tránsito entre las biozonas de *Torquigraptus tullbergi* y *Oktavites spiralis* del Telychiense. Ha sido encontrado en unas pocas localidades centroibéricas, concretamente en los sinclinales de Guadarranque (localidad PS-3), Corral de Calatrava (niveles CO-12, CO-13, CO-14) y Guadalmez (Localidades EB-3A, GM PO)

### ***Torquigraptus obtusus* (Schauer, 1971)**

- \*1971 *Monograptus* (*Spirogr.*) *planus obtusus* Schauer, p. 74; Lám. 27, fig. 5; Lám. 33, figs. 8, 9.
- .1992 *Monograptus obtusus* Schauer; Štorch, p. 199; Figs. 2E, I, J); Lám. 1, fig. 2; Lám. 2, fig. 2.



- .1993a "*Monograptus*" *obtusus* Schauer; Loydell, pp. 128-129; Figs. 21 (3, 13); Lám. 5, fig. 10.  
v.1996b *Torquigraptus* cf. *contortus* (Perner); García Palacios *et al.*, p. 21.

*Observaciones:* El rabdosoma es pequeño y de morfología arqueada, con un incremento en anchura relativamente rápido, lo que permite distinguirlo de *T. planus* (Elles & Wood), con el que se encuentra comúnmente asociado.

*Distribución:* Parte superior de la Biozona de *Stimulograptus sedgwickii* y Biozona de *Rastrites linnaei*, techo del Aeroniense y base del Telychiense. En la zona de estudio se distribuye en la Subzona de *P. runcinatus*-*M. gemmatus* (Bz. *R. linnaei*) del sinclinal de Corral de Calatrava (niveles CC GU JA-12, CC GJ-13), donde había sido citado con *T. cf. contortus* por García Palacios *et al.* (1996).

### ***Torquigraptus planus* (Barrande, 1850)**

(Lám. 15, figs. 13-14)

- \*1850 *Grapt. Proteus* Barr. Var. *plana* Barrande, pp. 58-59; Lám. 4, fig. 15.  
.1931 *Monograptus* cf. *communis* (Lapw.); Haberfelner, pp. 60-61; Fig.-texto 1 (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 94-95; Fig. 27).  
?1960 *Monograptus tortilis*, Linn.; Hernández Sampelayo, p. 48; Lám. 24, fig.9. Alía (Cáceres).  
?1960 *Monograptus* cf. *tortilis*, Linn.; Hernández Sampelayo, p. 44. Corral de Caracuel.  
?1960 *C. cf. tortilis*; Hernández Sampelayo, p. 18. Almadén.  
p?1960 *Monograptus communis*, (Lapw.); Hernández Sampelayo, Lám. 7, fig. 43a.  
1962 *Monograptus planus*, (Barr.); Almela *et al.*, pp. 220, 246.  
.1975 *Monograptus planus* (Barrande); Bjerreskov, pp. 64-65; Lám. 10, fig. A.  
?1980 *Monograptus planus* –sic–; Robardet *et al.*, p. 114.  
v.1989 *Monograptus planus planus* (Barrande); Rodríguez Núñez *et al.*, pp. 89, 91; Lám. 2, fig. 7.  
.1993a *Torquigraptus planus* (Barrande); Loydell, pp. 116-119; Figs. 20 (6, 8, 16, 17, 27); Figs. 21 (9, 14, 17-20).  
.1996b *Torquigraptus planus* (Barr.); García Palacios *et al.*, p. 21.  
.1998 *Torquigraptus planus* (Barrande); Štorch *et al.*, p. 320.  
.2005b *Torquigraptus planus* (Barr.); Lorenzo *et al.*, p. 41.

*Observaciones:* Rabdosomas fuertemente arqueados en un plano o en espiral muy baja, con ligera torsión distal. La parte proximal es larga y fina, con tecas muy alargadas que de forma progresiva adquieren forma triangular. El resto de las tecas maduras son triangulares, con la abertura torsionada hacia la cara reversa del rabdosoma. La anchura dorsoventral máxima alcanza 1,6 mm.

En la zona estudiada, la especie fue confundida con la forma aeroniense *Campograptus communis* por Haberfelner (1931). Hernández Sampelayo (1960) aporta algunas citas de "*Monograptus*" *tortilis* (Linnarsson, 1881) en Almadén, Corral de Calatrava y Alía (Cáceres), si bien sus ilustraciones corresponden a monograptidos indeterminables.

Dicha especie fue considerada por Loydell (1993a) como sinónimo posterior de *T. planus*.

**Distribución:** Biozona de *Rastrites linnaei* a parte baja de la Biozona de *Spirograptus turriculatus*, del Telychiense inferior. En la zona de trabajo, *Torquigraptus planus* ha sido identificado en los sinclinales de Guadarranque (Localidades 81-Ci-3, 81-Ci-2, PN-1=NP-A-1a), Corral de Calatrava (niveles CO-2, CO-3, CO-4, CC GU JA-12, CC GJ-15), Guadalmez (niveles CHE-3, PT OB-2 y localidad GM GRE) y Almadén (nivel AL LP-A y subyacente), además de, con dudas en El Centenillo (Jaén).

### ***Torquigraptus proteus* (Barrande, 1850)**

(Lám. 15, fig. 17)

- \*1850 *Grap. Proteus* Barr.; pp. 58-59, Lám.4, figs. 12, 14 (non 13)
- non1926 *Monograptus proteus* (Barr.); Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez; 1952, p. 32).
- ?1955 *Spirograptus* cf. *proteus* (Barr.); Redlin (mapa en Walter, 1977).
- ?1962 *Monograptus proteus*, (Barr.); Almela *et al.*, pp. 213, 220, 246.
- .1970 *Monograptus proteus* (Barrande); Rickards, pp. 87-88, Fig. 13 (13) [? Fig. 17 (14)].
- ?1971a *Monograptus proteus*, Barr. ; Saupé, p. 147.
- ?1971a *Monograptus* cf. *proteus*, Barr. ; Saupé, p. 147.
- ?1971b *Monograptus proteus* (Barrande); Saupé, p. 362.
- non1972 *Monograptus* cf. *proteus* (Barr.); Tamain, p. 303; Lám. 15, fig. 9.
- ?1975 *Monograptus proteus* (Barrande); Bjerreskov, pp. 65-66; Fig. 9B; Lám. 10, fig. C.
- ?1978 *Monograptus proteus* Barrande; Blachère, p. 42
- non1991 *Monograptus* cf. *proteus* (Barrande); Kappes, p. 58; Lám. 6, fig. 13.
- .1993a *Torquigraptus proteus* (Barrande); Loydell, pp. 119, 121-123; Fig. 20 (7); Figs. 21 (5, 6, 8, 15, 16, 21).
- ?1996b *Torquigraptus* aff. *proteus* (Barr.); García Palacios *et al.*, p. 21.
- cf.1998 *Torquigraptus* cf. *proteus* (Barrande); Štorch *et al.*, p. 320.

**Observaciones:** Esta especie se caracteriza por su rabdosoma enrollado en una espiral helicoidal poco apretada, con tecas alargadas proximalmente que cambian a triangulares, cuyas metatecas se presentan aisladas y con un gancho torsionado hacia la cara reversa del rabdosoma. La anchura dorsoventral máxima alcanza 1,7 mm.

**Distribución:** Biozonas de *Spirograptus turriculatus* a *Streptograptus crispus* en el Telychiense del sinclinal de Corral de Calatrava (niveles CO-4A, CO-4/4A, cf. CO-4, cf. CO-5, cf. CO-5/7) y región de El Centenillo (nivel EC SE-1G). En el sinclinal de Guadarranque, su presencia en la localidad PN-1 = (NP-A-1a) podría representar el registro más antiguo de la especie, pues se remonta a la Subzona de *Parapetalolithus hispanicus* (Biozona de *Rastrites linnaei*)

### ***Torquigraptus tullbergi* (Bouček, 1931)**

(Lám. 15, figs. 15-16)

- p.1876 *Monograptus convolutus* (Hisinger); Egozcue & Mallada, p.142.  
cf.1926 *Monograptus millipeda* M'Coy -sic-; Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, p. 37)  
cf.1931 *Monograptus communis* var. *rostratus* E.-W.; Habermelner, pp. 61-62; Figs.-texto 2a, b (trad. B. Meléndez, 1952, p. 96; Figs. 28a-b).  
\*1931 *Monograptus tullbergi* Bouček, p. 8; Figs. 9f, g.  
.1945 *Spirograptus tullbergi tullbergi* (Bouček); Příbyl, p. 17; Lám. 6, figs. 1-6.  
?1955 *Spirograptus tullbergi tullbergi* (Bouček); Redlin (mapa en Walter, 1977).  
p?.1960 *Monograptus communis* var. *rostratus*, E. & W.; Hernández Sampelayo, pp. 19, 22; Lám. 5, fig. 44; Lám. 6, fig. 44.  
.1975 *Monograptus tullbergi* Bouček; Bjerreskov, p. 66; Fig. 19C.  
?1978 *Monograptus* cf. *tullbergi* Bouček; Blachère, p. 42.  
cf.1987 *Monograptus* cf. *tullbergi* (Bouček); Martín Herrero *et al.* p. 21.  
cf.1989 *Monograptus* cf. *tullbergi* (Bouček); Rodríguez Núñez *et al.*, pp. 93, 94.  
v.1989 *Monograptus tullbergi tullbergi* (Bouček); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 93.  
cf.1991 *Monograptus* cf. *proteus* (Barrande); Kappes, p. 58; Lám. 6, fig. 13.  
v.1998b *Torquigraptus tullbergi* (Bouček); Štorch, pp. 130-131; Figs. 5 (7-10); Lám. 3, fig. 1; Lám 4, fig. 1, Lám. 6, figs. 2, 4-6; Lám. 7, figs. 1, 2, 4, 6.  
v.1998 *Torquigraptus tullbergi* (Bouček); Štorch *et al.*, pp. 320, 321.  
v.2005b *Torquigraptus* cf. *tullbergi* (Bouček); Lorenzo *et al.*, p. 41.  
v. 2010 *Torquigraptus tullbergi*; Menéndez & Rábano, p. 172.

*Observaciones:* *Torquigraptus tullbergi* es uno de los graptolitos más abundantes del Telychiense centroibérico y en varias secciones forma niveles con acumulaciones monoespecíficas. El radosoma es pequeño y está enrollado en espiral helicoidal muy baja, y sufre torsión a partir de la segunda vuelta, decreciendo en su enrollamiento para volverse el estipe distalmente casi rectilíneo. Las tecas proximales son alargadas axialmente y las tecas medio-distales triangulares típicamente torquigraptidas. Las metatecas aparecen aisladas y algo curvadas dorsalmente, con su abertura torsionada hacia la cara reversa del radosoma. La anchura dorsoventral del estipe se incrementa gradualmente hasta alcanzar un máximo de 2,1 mm en las colonias más grandes

*Distribución:* La especie es común en su biozona nominal (equivalente a la biozona británica de *Monoclimacis crenulata*) y desaparece en la parte inferior de la Biozona de *Oktavites spiralis*, del Telychiense. En la zona de trabajo esta biozona ha sido identificada en los sinclinales de Guadarranque (Loc. cf. 81-Ci-13; Casar de Guadarranque, material original revisado de Ramírez y Ramírez, 1955; Alía, material original revisado de Egozcue y Mallada, 1876), Corral de Calatava (niveles CO-11, aff. CO-11 (+ 0,6), CO-11 (+ 0,8), CO-11 (+ 1,3), CO-11 (+ 2,4) y CO-12), Herrera del Duque (Valdecaballeros), Guadalmez [niveles EB-1, EB-1T y Loc. 31 (?)] y Almadén (Loc. 6, nivel ASC-E del arroyo del Lápez, cf. Loc. AL-193 y cf. Mina de Almadén), en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches (San Benito: niveles SB PQ-21, SB PQ-22 y SB PQ-23 y Santa Eufemia: niveles GM PO (NOR), GM PO (CENT), GM PO (S), cf. GM PO y GM PO 2) y en Sierra Morena oriental (localidad M-9805 de la hoja MAGNA nº 862).

### *Torquigraptus?* spp.

- ?1960 *Monograptus dextrorsus*, Linn.; Hernández Sampelayo; pp. 11, 51; Lám. 26, fig. 5.
- p?.1960 *Monograptus communis* var. *rostratus*, E. & W.; Hernández Sampelayo, pp. 19, 22; Lám. 5, fig. 44.
- ?1960 *Monograptus millepeda*, (M'Coy); Hernández Sampelayo, p. 21; Lám. 5, fig. 37.
- p?1960 *Monograptus communis*, (Lapw.); Hernández Sampelayo, p. 21; Lám. 6, fig. 43; Lám. 10, fig. 43b.
- ?1960 *Monograptus involutus*, Lapw.; Hernández Sampelayo, pp. 25, 44; Lám. 6, fig. 40.
- ?1960 *Monograptus communis*, Lapw.; Hernández Sampelayo, Lám. 7, fig. 43a.
- ?1962 *Monograptus dextrorsus*, Linn.; Almela *et al.*, pp. 220, 245.
- ?1971a *Monograptus communis* (Lapworth); Saupé, p. 144.
- ?1971b *Monograptus communis* (Lapworth); Saupé, p. 362.
- ?1971 *Demirrastrites decipiens decipiens* (Törnq); Corretgé & García de Figuerola, p. 187.
- 1988 *Monograptus communis rostratus* E.-W.; Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 92.
- 1988 *Monograptus* cf. *pseudoplanus* Sudbury; Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 92.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960) identifica en Almadén (Ciudad Real) y Cabeza del Buey (Badajoz) dos especies incluidas ahora en el género *Torquigraptus*, que corresponden respectivamente a *T. involutus* (Lapworth) y *T. dextrorsus* (Linnarson). La segunda fue mencionada también en Almadén por Almela *et al.* (1962). Sin embargo, ninguna de ellas ha sido reencontrada por nosotros y los fragmentos de estipe ilustrados por Hernández Sampelayo (1960) resultan indeterminables, incluso a nivel genérico. En el mismo trabajo dicho autor ilustra otros fragmentos curvos de estipes con tecas groseramente triangulares, que relaciona con formas aeronienses, actualmente incluidas en *Campograptus*. No obstante, su presencia en asociaciones telychienses hace probable que pertenezcan a formas indeterminables de *Torquigraptus*, pues sus tecas son bastante distintas a las de *Oktavites* o *Spirograptus*. En cuanto a la forma citada como "*M. communis rostratus*" por Gutiérrez-Marco y Pineda (1988) en el subsuelo de El Centenillo, hemos revisado el material original y se trata indudablemente de un fragmento de *Torquigraptus*, tal vez relacionado con *T. arcuatus* (Bouček).

Adicionalmente, Corretgé & García de Figuerola (1971) citaron *Demirrastrites decipiens* (Törnquist) en el sinclinal de Monfragüe (Cáceres), una forma tentativamente relacionada con el género *Torquigraptus* por Zalasiewicz *et al.* (2009), que no ha sido reencontrada en el presente estudio.

## Género *Spirograptus* Gürich, 1908

Especie tipo: *Graptolithus turriculatus* Barrande, 1850, del Llandovery de Bohemia

### *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, 1993

(Lám. 16, figs. 1-23)

- ?1926 *Monograptus turriculatus* Barr.; Hernández Sampelayo, pp. 436, 438.
- .1926 *Monograptus turriculatus* Barr. (ejemplar pequeño); Henke & Hundt (Trad. B. Meléndez, 1952, p. 37).
- .1960 *Monograptus turriculatus*, Barr.; Hernández Sampelayo, p. 5.
- .1960 *Monograptus turriculatus*, Barr.; Hernández Sampelayo, p. 20; Lám. 4, fig. 28.
- .1972 *Monograptus turriculatus* (Barr.); Tamain, p. 303; Lám. 15, fig. 8.
- ?1987 *Spirograptus?* *turriculatus* (Barrande); Martín Herrero *et al.*, p. 21.
- v1988 *Monograptus turriculatus* (Barr.); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93.
- v1988 *Monograptus turriculatus* (Barrande); Portero *et al.*, p. 25.
- v1989 *Monograptus turriculatus* (Barrande); Rodríguez Núñez *et al.*, pp. 89, 91; Lám. 1, figs. 1-4; Lám. 2, fig. 4.
- v\*1993 *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, pp. 917-922; Figs. 3B, 6C-H; Lám. 1, figs. 1, 3, 5; Lám. 2, figs. 1-6, 8-10.
- .1993a *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin; Loydell, pp. 82-84; Figs. 16 (1, 2, 4, 8, 11, 13, 18, 21, 24, 25); Lám. 4, fig. 1.
- v1996b *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin; García Palacios *et al.*, p. 21.
- v1996b *Spirograptus* cf. *guerichi* Loydell, Štorch & Melchin; García Palacios *et al.*, p. 21.
- v1998 *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin; Štorch *et al.*, p. 320.
- v2005b *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin; Lorenzo *et al.*, p. 41.
- v2009a *Spirograptus* cf. *guerichi* Loydell, Štorch & Melchin; Matas González *et al.*, p. 37.

*Observaciones:* El material estudiado comprende abundantes rabdosomas procedentes de numerosas localidades repartidas por toda el área de trabajo, que se conservan aplastados lateralmente, excepto algunas formas juveniles con aplastamiento axial. El rabdosoma está enrollado en forma trocoespiral relativamente estrecha (diámetro de 5 mm en la vuelta quinta) y, por lo general, no suele alcanzar más de cuatro vueltas, aunque se han observado colonias de hasta 7-8 vueltas, que es el máximo registrado en la especie. Las tecas son espinosas y cada una de ellas tiene dos espinas aperturales, aunque solo suele apreciarse una en vista lateral. La anchura dorsoventral máxima del estipe es de 1 mm.

Hasta la revisión del género *Spirograptus* efectuada por Loydell *et al.* (1993), casi todas las especies trocoespirales elevadas se incluían en *S. turriculatus* (Barrande). Estas abundan en nuestra zona de trabajo en la Biozona de *Rastrites linnaei*, donde la forma representada tiene rabdosomas más estrechos y delicados que la especie tipo del género

y corresponden claramente a *S. guerichi*. Por eso, las citas en yacimientos o los ejemplares de *S. turriculatus* ilustrados por Hernández Sampelayo (1926, 1960), Tamain (1972), Portero *et al.* (1988), Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco (1988) y Rodríguez-Núñez *et al.* (1989) han sido revisados como *S. guerichi*.

**Distribución:** *Spirograptus guerichi* es una forma cosmopolita que se extiende desde la base de la Biozona de *Rastrites linnaei* hasta la parte baja de la Biozona de *Spirograptus turriculatus*, del Telychiense inferior, razón por la cual algunos autores optaron por crear una biozona de *S. guerichi* como equivalente a la de *R. linnaei* (Loydell, 1992), aunque en la práctica ha prevalecido la segunda (Zalasiewicz *et al.*, 2009).

La especie *S. guerichi* ha sido identificada en la zona de trabajo exclusivamente dentro de la Biozona de *R. linnaei*, en los sinclinales de Guadarranque (Cijara, niveles 81-Ci-3 y 81-Ci-2 y Guadarranque, niveles CJN-1 (=NC-A-1t) y PN-1 (=NP-A-1a), Corral de Calatrava (meandro del río Jabalón, niveles CO-2 y CO-3; confluencia de los ríos Guadiana y Jabalón, niveles CC GU JA-12, CC GJ-13, CC GJ-14 y CC GJ-15 y en Puente Morena, nivel CC JA-1), Almadén (sección del arroyo del Láviz, nivel ASC-A) y Guadalmez (sección oriental de la estación de Chillón, niveles CHE-1, CHE-2, CHE-3 y CHE-4; sección de Guadalmez Norte, nivel GM GN-1, localidad GM GRE). También en Sierra Morena oriental (cf., Castillo de Montizón en la hoja MAGNA nº 839, y norte de Vilches, M-9816, en la hoja MAGNA nº 863).

### ***Spirograptus turriculatus* (Barrande, 1850)**

(Lám. 17, figs. 11-12)

- v\*1850 *Grapt. turriculatus* Barrande, pp. 56-57; Lám. 4, figs. 7-11.
- ?1962 *Monograptus turriculatus*, (Barr.); Almela *et al.*, pp. 213, 220, 246.
- ?1968 *Monograptus turriculatus* (Barrande); Butenweg, p. 52.
- ?1971a *Monograptus cf. turriculatus* (Barrande), Saupé, p. 144.
- 1975 *Monograptus turriculatus* (Barrande); Hutt, pp. 111-112; Figs. 22 (9, 10).
- ?1980 *Monograptus turriculatus*; Robardet *et al.*, p. 114.
- ?1982 *Monograptus turriculatus* (Barrande); Ballestra *et al.*, p. 61.
- ?1991 *Monograptus turriculatus* (Barrande); Kappes, p. 58.
- .1993 *Spirograptus turriculatus* (Barrande, 1850); Loydell, Štorch & Melchin, pp. 912, 914, 916-917; Figs. 3A, 4A-G,5; Lám. 1, figs. 2, 6.
- 1993a *Spirograptus turriculatus* (Barrande, 1850); Loydell, pp. 84, 86-88; Figs. 16 (3, 5, 9, 12, 19).
- v.1998 *Spirograptus turriculatus* (Barrande); Štorch *et al.*, p.320.

**Observaciones:** Se caracteriza por su rabdosoma trocoespiral con ángulo de abertura, número de vueltas y anchura del estipe superiores a los de *S. guerichi*. El material estudiado no es abundante y en algunos horizontes se limita a fragmentos de estipes espinosos de más de 1 mm de anchura dorsoventral, asociados a otros graptolitos más jóvenes que los de la Biozona de *R. linnaei*.

**Distribución:** *Spirograptus turriculatus* es una forma cosmopolita que define una biozona homónima del Telychiense, aunque su registro se mantiene esporádicamente en la Biozona de *Streptograptus crispus*. Dentro de la zona de estudio, las escasas

localidades que han librado la especie son la sección de Corral de Calatrava (niveles CO-4, CO-4A y CO-4/4A) y, con algunas dudas debido a la conservación del material, la de El Entredicho, en la región de Almadén (cf. Loc. 17).

### **Género *Oktavites* Levina, 1928**

Especie tipo: *Graptolithus spiralis* Geinitz, 1842, del Llandovery de Alemania.

#### ***Oktavites excentricus* (Bjerreskov, 1975)**

(Fig. 17.5c)

\*1975 *Monograptus spiralis excentricus* Bjerreskov, p. 73; Figs. 20G-H.

.2009 *Oktavites excentricus* (Bjerreskov), Loydell *et al.*, Figs. 3a, 6a.

*Observaciones:* Esta especie está restringida a una sola localidad y nivel de la sección de Corral de Calatrava, en la parte media de la Biozona de *Oktavites spiralis*. Los únicos ejemplares españoles ilustrados de la especie (Loydell *et al.*, 2009, figs. 3a y 6a) muestran un enrollamiento excéntrico, de menos de dos vueltas y tecas de tipo *spiralis*, aunque con un estipe algo más delgado.

*Distribución:* La especie se conoce en Europa en la parte media de la Biozona de *O. spiralis*, del Telychiense, siendo su distribución en la zona de trabajo comparable a la que se registra en Dinamarca o Gran Bretaña (Zalasiewicz *et al.*, 2009).

#### ***Oktavites falx* (Suess, 1851)**

(Lám. 17, figs. 13-14)

\*1851 *Graptolithus falx* Suess; p. 35, Lám. 9, figs. 10a,b.

.1998b *Oktavites? falx* (Suess); Štorch, pp. 124-125; Figs. 3 (11-13).

.1998 *Oktavites falx* (Suess); Štorch *et al.*, p. 321.

.2009 *Oktavites falx* (Suess); Loydell *et al.*, Fig. 4b.

*Observaciones:* Se trata de un pequeño monograptido falciforme cuyas colonias maduras parecen tener una leve componente helicoidal. Las tecas proximales son triangulares y las tecas distales tienen unas protecas anchas y unas metatecas con un gancho apertural pequeño, con rostro dorsal expandido lateralmente, sujeto a torsión progresiva.

La ligera torsión helicoidal del estipe relaciona a *O. falx* con los primitivos Cyrtograptidos, por lo que algunos autores siguen cuestionando su asignación genérica (Zalasiewicz *et al.*, 2009).

*Distribución:* El registro bioestratigráfico centroibérico compendia la distribución total de la especie, que se extiende desde la base de la Biozona de *O. spiralis* hasta la mitad inferior de la Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*, durante el Telychiense. Ha sido

encontrada en la sección de Corral de Calatrava (niveles CO-15, CO-16 + 1,6 m, más los indicados por Loydell *et al.*, 2009) y en la de San Benito (nivel SB PQ-23).

### ***Oktavites spiralis* (Geinitz, 1842)**

(Lám. 17, figs. 1-10)

- \*1842 *Graptolithus spiralis* Geinitz, p. 700; Lám. 10, figs. 26-27.
- ?1855 *Graptolithus spiralis*, Barr.; Verneuil & Barrande, p. 1014.
- ?1861 *Graptolithus spiralis*, Geinitz; Bernáldez & Rúa Figueroa.
- ?1875b *Monograpsus spiralis*, Barr.; Mallada, p. 96.
- vp.1876 *Monograpsus convolutus* (Hisinger); Egozcue & Mallada, p.142.
- cf.1960 *Monograptus spiralis*, (Geinitz); Hernández Sampelayo, p. 7; Lám. 1, fig. 2.
- ?1961 *Monograptus spiralis*; Márquez Triguero, p. 195.
- ?1962 *Monograptus spiralis*, (Geinitz); Almela *et al.*, pp. 213, 220, 246.
- .1975 *Monograptus spiralis spiralis* (Geinitz); Bjerreskov, p.72; Fig. 20F; Lám. 11C.
- ?1982 *Monograptus* n. sp.? ex gr. *spiralis* (Geinitz); Ballestra *et al.*, p. 61.
- ?1982 *Monograptus* sp. ex gr. *spiralis* (Geinitz); Ballestra *et al.*, p. 62.
- ?1982 ¿*Monograptus* sp. ex gr. *spiralis*? (Geinitz); Ballestra *et al.*, p. 62.
- cf.1987 *Spirograptus* cf. *spiralis* (Geinitz); Martín Herrero *et al.*, p. 21.
- v.1989 *Monograptus spiralis spiralis* (Geinitz); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 92; Lám. 2, fig. 3.
- non1991 *Monograptus spiralis*; Kappes, Lám. 6, fig. 12.
- v.1998 *Oktavites spiralis* (Geinitz); Štorch *et al.*, p.321.
- v.2005b *Oktavites spiralis* (Geinitz); Lorenzo *et al.*, p. 41.
- v.2009 *Oktavites spiralis* (Geinitz); Loydell *et al.*, Figs. 4e, h, i, o. y.
- v. 2010 *Oktavites spiralis*; Menéndez & Rábano, p. 172.

**Observaciones:** El material estudiado proviene de numerosas localidades y la especie es una de las más fáciles de reconocer por la forma general del radosoma y su estructura tecal. El estipe está enrollado en una espiral baja, generalmente de 3-4 vueltas, con su extremo proximal curvado dorsalmente. Las tecas son triangulares, con la metateca aislada y terminada en gancho, aunque en las vistas oblicuas aplastadas llegan a tener un aspecto falsamente espinoso. La parte protecal suele incrementar su anchura dorsoventral durante el crecimiento del estipe.

**Distribución:** *Oktavites spiralis* define una Biozona homónima en el Telychiense superior, si bien su registro podría iniciarse localmente en la parte más alta de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi* y concluir generalmente en la parte media o superior de la Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*. En la zona estudiada, *O. spiralis* llega a ser abundante en su propia biozona en los sinclinales de Guadarranque (nivel PS-4= SP-A-1 y muestra MGM-778-S, original de Egozcue & Mallada, 1876), Corral de Calatrava (niveles CO-11 +2,4, CO-12, CO-14, CO-15 y cf. CO-16), Guadalmez (niveles GM GN-5, EB-3A, EB-4A, EB-7, EB-8) y en Santa Eufemia (muestra GM EU-2). En Corral de Calatrava los últimos ejemplares de *O. spiralis* se registran dentro de la Biozona de *C. lapworthi* (Loydell *et al.*, 2009).



### ***Oktavites contortus?* (Perner, 1897)**

- ?\*1897 *Monograptus planus* Barr. var. *contorta* mihi Perner; p. 14; Lám. 12, fig. 24.  
1960 *Monograptus circularis*, Elles & Wood; Hernández Sampelayo, pp. 5, 21, 25, 26, 44, 47; Lám. 11, figs. a, h.  
1976 *Monograptus spiralis conturtus* (Nicol) –sic–; Lozac’h & Vidal, p.33.  
1978 *Monograptus spiralis conturtus* Perner; Blachère, pp. 41, 42.  
1978 *Monograptus* cf. *spiralis conturtus* Perner; Blachère, p. 41.  
?1993a *Oktavites contortus* (Perner); Loydell, pp. 123-125; Figs. 21 (1-2); Figs. 22 (19 y 27); Lám. 4, fig. 6b.  
non 1996b *Torquigraptus* cf. *contortus* (Perner); García Palacios *et al.*, p. 21.  
2005b *Torquigraptus* cf. *contortus* (Perner); Lorenzo *et al.*, p. 41.

*Observaciones:* El material atribuido a la especie por los autores precedentes consiste en fragmentos de un estipe delgado, enrollado en espiral cónica muy baja, recogidos en niveles más antiguos que las restantes especies de *Oktavites*. Su mala conservación, sin embargo, no permite descartar que la mayoría de ellos correspondan a las vueltas más externas de ciertas colonias fragmentarias de *Spirograptus guerichi*, comprimidas axialmente.

*Distribución:* *Oktavites contortus* se distribuye, en el tránsito entre el Aeroniense y el Telychiense, entre la partes superior de la Biozona de *Stimulograptus sedgwickii* y la mitad superior de la Biozona de *Rastrites linnaei*. En la zona de estudio el registro dudoso de la especie parece situarse íntegramente en la Biozona de *R. linnaei* de los sinclinales de Almadén y Guadalmez. Su posible registro en el sinclinal de Corral de Calatrava (García Palacios *et al.*, 1996) ha sido revisado y corresponde a *Torquigraptus obtusus* (Schauer).

### **Género *Rastrites* Barrande, 1850**

Especie tipo: *Rastrites peregrinus* Barrande, 1850, del Llandovery de Bohemia.

### ***Rastrites abbreviatus* Lapworth, 1876**

- \*1876 *Rastrites distans*, sp. nov. var. *abbreviatus* Lapworth, p. 314.  
1992 *Rastrites abbreviatus* Lapworth; Štorch & Loydell, pp. 79-80; Figs. 7C, E; 8E.

*Observaciones:* Nuestro material comprende fragmentos de radosoma, de trazado rectilíneo a levemente curvado, carentes de la región proximal. Su aspecto es típicamente rastriforme, con metatecas aisladas de hasta 2,2 mm de longitud, dispuestas en ángulos de 90° a 110° con el eje del estipe, y separadas por distancias variables entre 2 y 2,7 mm. Estos fragmentos son muy parecidos a la especie *R. distans* Lapworth, cuyas metatecas son más largas y se presentan más espaciadas.

*Distribución:* *Rastrites abbreviatus* es una forma característica de la Biozona de *Rastrites linnaei*, del Telychiense inferior. En la zona de trabajo solo se ha identificado

con seguridad en la sección de Guadalmez Norte, del sinclinal de Guadalmez (nivel GM GN-1), probablemente de la parte baja de dicha biozona.

### ***Rastrites fugax* Barrande, 1850**

(Lám. 18, figs. 5-6, 8)

- \*1850 *Rastr. fugax* Barrande, pp. 66-67; Lám. 4, fig. 1.
- .1941 *Rastrites fugax* Barrande; Přibyl, pp. 11-12; Lám. 2, fig. 11; Lám. 3, figs. 10-12.
- .1967 *Rastrites fugax* Barrande; Schauer, p. 183; Lám. 4, figs. 11, 12, 14 (? 13).
- .1972 *Rastrites peregrinus* (Barr.); Tamain, p. 303; Lám. 15, fig. 6.
- .1992 *Rastrites fugax* Barrande; Štorch & Loydell, pp. 80-82; Figs. 8 B-D, 9 C, E-G.
- .1993a *Rastrites fugax* Barrande; Loydell, pp. 132-134; Figs. 22 (1, 3-5); Fig. 23 (17); Lám. 5, figs. 5, 14.

*Observaciones:* Esta especie se caracteriza por sus reducidas dimensiones, el trazado recto a débilmente curvado y por un espaciamiento tecal ligeramente más largo que las metatecas. Tamain (1972) lo confundió con *R. peregrinus* en nuestra zona de trabajo, una especie del Aeroniense, incompatible con la asociación telychiense con la que fue encontrado.

*Distribución:* Biozona de *R. linnaei*, del Telychiense inferior. En la zona estudiada se reconoce en la sección de El Centenillo (Jaén) y, con dudas, en la parte baja de la Biozona de *R. linnaei* (Subzona de *runcinatus-gemmatus*) de la sección de Corral de Calatrava (nivel CC GU JA-12).

### ***Rastrites linnaei* Barrande, 1850**

(Lám. 18, figs. 3-4)

- \*1850 *Rastr. Linnaei* Barrande, pp. 65-66; Lám. 4, figs. 2, 4 (non 3).
- ?1960 *Rastrites linnaei*, Barr.; Hernández Sampelayo, Lám. 9, fig. 60.
- ?1968 *Rastrites linnaei?* Barrande; Butenweg, p. 52.
- .1970 *Rastrites linnaei* Barrande; Hutt, Rickards & Skevington, pp. 14-15; Lám. 3, figs. 69-72.
- .1975 *Rastrites linnaei* Barrande; Bjerreskov, p. 83; tabla 8; Fig. 24A.
- .1993a *Rastrites linnaei* Barrande; Loydell, pp. 134, 136-137; Figs. 23 (1-5, 9); Figs. 25 (9, 10, 12, 13); Fig. 26 (13).
- .1998 *Rastrites linnaei* Barrande; Štorch *et al.*, p. 320.

*Observaciones:* El material de esta especie se diferencia de otras del mismo género por la curvatura dorsal en la parte proximal del rabdosoma, la longitud de las metatecas tubulares y el espaciamiento entre tecas consecutivas, por lo general superior al de otros taxones, no obstante, muchas veces dichos caracteres son difícilmente reconocibles porque lo que domina son colonias fragmentarias.

*Distribución:* *Rastrites linnaei* define una biozona homónima en el Telychiense temprano, que en la práctica se reconoce en la Zona Centroibérica por el registro ubicuo de *Spirograptus guerichi*, que nomina una biozona regional de extensión vertical equivalente. La escasa representación de *Rastrites linnaei* en la zona de estudio se limita a las secciones de Cíjara-Guadarranque (nivel 81-Ci-3) y Corral de Calatrava (nivel CO-2) y a la mina de Almadén.

### ***Rastrites schaueri* Štorch & Loydell, 1992**

(Lám. 18, fig. 11)

- \*1992 *Rastrites schaueri* Štorch & Loydell, pp. 69-70; Figs. 5I, 7D, G.
- .1992 *Rastrites schaueri* Štorch & Loydell; Štorch & Loydell, p. 142; Figs. 23 (7, 10, 13, 14); Fig. 25 (7).
- ?1989 *Rastrites linnaei* Barrande; Rodríguez Núñez *et al.*, Lám. 2, fig. 5.
- 1996b *Rastrites* cf. *schaueri* Štorch & Loydell; García Palacios *et al.*, p. 21.

*Observaciones:* Nuestro material procede de una sola localidad y las metatecas se conservan muy aplastadas, aunque el rabdosoma se presenta curvado dorsalmente en la región proximal y tiene unas metatecas más cortas y menos espaciadas que las de *R. linnaei*.

*Distribución:* La especie fue definida en la parte alta de la Biozona de *Stimulograptus sedgwickii* en Bohemia (Štorch & Loydell, 1992), y prosigue representada en la parte más baja de la Biozona de *Rastrites linnaei* (en el tránsito entre el Aeroniense y el Telychiense), donde se situaría la única muestra procedente de la sección de Corral de Calatrava (nivel CC GJ-15). Adicionalmente relacionamos con la especie otro ejemplar, encontrado en la parte alta de la Biozona de *R. linnaei* del sinclinal de Guadarranque (Rodríguez Núñez *et al.*, 1989, lám. 2, fig. 5).

### ***Rastrites spengillensis* Rickards, 1970**

(Lám. 18, figs. 1-2)

- \*1970 *Rastrites distans spengillensis* subsp. nov. Rickards; pp. 96-97; Figs. 18, 10.
- v1989 *Rastrites distans distans* (Lapworth); Rodríguez-Núñez *et al.*, p. 91; Lám. 2, fig. 1.
- 1992 *Rastrites spengillensis* Rickards; Štorch & Loydell, p. 82.
- 1993a *Rastrites spengillensis* Rickards; Loydell, p. 143; Figs. 26 (11-12, 14); Lám 5, fig. 15.

*Observaciones:* Esta especie es muy parecida a *Rastrites distans*, pero la longitud de sus metatecas es característicamente inferior al espaciado entre tecas sucesivas. La reasignación del material ibérico de Rodríguez Núñez *et al.* (1989) a la especie, fue propuesta por Loydell (1993a, p. 143), y la confirmamos aquí con nuevo material.

*Distribución:* De acuerdo con Štorch & Loydell (1992) *R. spengillensis* se extiende, en el Telychiense, desde la parte alta de la Biozona de *R. linnaei* hasta la parte baja de la Biozona de *Str. crispus*. En la Zona Centroibérica, su único registro corresponde a la Subzona de *P. hispanicus* del sinclinal de Guadarranque (localidad PN-1 = NP-A-1a).

### ***Rastrites* spp.**

- 1960 *Rastrites* cf. *spnia*, (Richter) –sic–; Hernández Sampelayo, p. 24.
- 1960 *Rastrites peregrinus*, Barr.; Hernández Sampelayo, Lám. 9, figs. 56, 56a, 56b, 56c, 56d, 56c.
- 1960 *Rastrites setiger*, Elles & Wood; Hernández Sampelayo, Lám. 9, fig. 58.
- 1960 *Rastrites approximatus* var. *geinitzi*, Törnquist; Hernández Sampelayo, Lám. 9, fig. 59.
- 1971a *Rastrites peregrinus* (Barrande); Saupé, p. 144.
- 1991 *Rastrites peregrinus* (Barrande); Kappes, p. 58.

*Observaciones:* En este epígrafe reunimos distintos fragmentos con tecas aisladas, atribuidos esencialmente por Hernández Sampelayo (1960) a especies concretas del género *Rastrites*, y cuya identidad no puede corroborarse por la naturaleza y mala calidad de las ilustraciones de línea acompañantes a su trabajo. Así, en Almadén dicho autor menciona formas del Aeroniense (*R. setiger*, *R. peregrinus*, *R. spina*, *R. geinitzi* –*pp* = *Lituigraptus phleoides*), en aparente asociación con graptolitos telychienses, que nunca fueron documentadas por otros trabajos.

### **Género *Cochlograptus* Obut, 1987**

Especie tipo: *Nautilus veles* Richter, 1871, del Llandovery de Alemania.

#### ***Cochlograptus veles* (Richter, 1871)**

(Lám. 10, figs. 21-22)

- \*1871 *Nautilus veles* Richter, p. 243, Fig. 1.
- 1960 *Monograptus discus*, Törnq.; Hernández Sampelayo, p. 20; Lám. 4, fig. 29.
- .1975 *Monograptus veles* (Richter); Bjerreskov, pp. 71-72; Lám. 11, fig. D.
- .1976 *Monograptus veles* Richter; Lozac'h & Vidal, p. 33.
- .1978 *Monograptus veles* Richter; Blachère, p. 42.
- .1988 *Monograptus veles* (Richter); Portero *et al.*, p. 25.
- .1994 *Cochlograptus veles* (Richter); Loydell & Cave, p. 611; Figs. 1.1-1.3, 2.
- v.1998 *Cochlograptus veles* (Richter); Gutiérrez-Marco & Štorch, Fig. 1d.
- v.1998 *Cochlograptus veles* (Richter); Štorch *et al.*, p. 320.
- .2008 *Cochlograptus veles* (Richter); Lenz & Melchin, pp.450, 452; Figs. 1A-H, 2A-B, 4C-F, 5B.

*Observaciones:* *Cochlograptus veles* fue descrito originalmente como un cefalópodo diminuto y, por su morfología y dimensiones, tanto la especie como su sinónima

posterior “*Monograptus discus*”, resulta muy fácil de reconocer en las secciones estudiadas. El rabdosoma es planoespiral y está formado por un estipe enrollada ventralmente, de 1,5-2 vueltas, que deja el extremo apical de la sícula libre con su nema. Las tecas son ganchudas pero nuestro material no conserva las espinas aperturales.

*Distribución:* Esta especie cosmopolita del Telychiense es bastante común en las biozonas de *Streptograptus crispus* y *Monoclimacis griestoniensis*, concluyendo su registro en la Biozona de *Torquigraptus tullbergi*. Este rango coincide con sus hallazgos en la región surcentroibérica, habiéndose identificado en los sinclinales de Corral de Calatrava (niveles CO-5, CO-6, CO-7b, CO-9, CO-11+1) y Almadén (Loc. 17 y Mina de Almadén) así como en Retamar (PT RE-10) y San Benito (nivel SB PQ-5).

### **Género *Euroclimacis* Štorch, 1998**

Especie tipo: *Monograptus aduncus* Bouček, 1931, del Wenlock de Bohemia.

#### ***Euroclimacis adunca* (Bouček, 1931)**

(Fig. 17.1c; Lám. 19, figs. 12, 13)

- \*1931 *Monograptus aduncus* Bouček, p. 295; Figs. 2a-c.
- .1940b *Monoclimacis adunca* (Bouček); Příbyl, pp. 6-7; Lám. 1, figs. 11-13.
- cf.1974 *Monograptus* cf. *aduncus* Bouček; Lauret, p. 62; Lám. 9, fig. 4.
- .1994a ?*Monoclimacis adunca* (Bouček); Štorch, pp. 174-175; Figs 5 (8, 10, 16, 20a-f); Lám. 3, figs. 1-3, 7.
- .1998 *Euromonoclimacis adunca* (Bouček) –sic–; Štorch *et al.*, p. 321.
- .2009 *Euroclimacis adunca* (Bouček); Loydell *et al.*, Fig. 4aa.

*Observaciones:* La región proximal del rabdosoma tiene una neta curvatura dorsal, para a continuación desarrollar una leve curvatura ventral y crecer rectilíneo distalmente, con una anchura máxima de 1,2 mm. Las tecas desarrollan capuchones aperturales prominentes; su número es de 9 en 10 mm.

*Distribución:* *Euroclimacis adunca* es una especie guía de la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni*, de la base del Sheinwoodiense, y permite reconocerla en ausencia de cyrtograptidos, si bien Zalasiewicz *et al.* (2009) sitúan un posible registro aislado en la Biozona de *Cyrtograptus centrifugus*. Su distribución en la zona de trabajo abarca la totalidad de la Biozona de *C. murchisoni* en la sección de Corral de Calatrava (niveles CO-18 y CO-20).

#### ***Euroclimacis hamata* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, 2009**

(Fig. 17.1b; Lám. 19, fig. 19)

- .2000 *Euroclimacis* sp. nov., Lüning *et al.*, Lám. 1, fig. M
- \*2009 *Euroclimacis hamata* Loydell *et al.*; pp. 10-11; Figs. 5, e-i, q.

*Observaciones:* Rabdosoma con curvatura dorsal proximal y rectilíneo distalmente, con una anchura máxima dorsoventral de 1,4 mm. Las metatecas tienen capuchones prominentes a lo largo de todo el rabdosoma.

*Distribución:* La especie inicia su registro en la parte alta de la Biozona de *Oktavites spiralis*, Telychiense, y culmina en la parte media de la Biozona de *Cyrtograptus purchisoni*, base del Sheinwoodiense. En la sección de Corral de Calatrava (CO-18), es uno de los taxones que supera la laguna estratigráfica del techo del Telychiense y se registra en las biozonas de *O. spiralis*, *C. lapworthi* y *C. purchisoni*. *Euroclimacis hamata* fue definido en la sección de Corral de Calatrava y tiene su estratotipo en la Biozona de *C. lapworthi*. Adicionalmente, ha aparecido en niveles indeterminados en torno al límite Telychiense-Sheinwoodiense, en el sinclinal de Almadén (cf. AL AM-spy).

### ***Euroclimacis iberica* Štorch, 1998**

(Fig. 17.1d; Lám. 19, figs. 10-11, 14, 17-18)

\*1998b *Euroclimacis iberica* Štorch, pp. 120-121; Figs. 2-4, 8; Lám. 3, figs. 4-7.

.1998 *Euroclimacis iberica* Štorch; Štorch *et al.*, p. 321.

.2009 *Euroclimacis iberica* Štorch; Loydell *et al.*, Fig. 6e.

*Observaciones:* El rabdosoma presenta inicialmente una curvatura dorsal, que cambia a ventral entre las tecas 8-12, y alcanza una anchura máxima de 2-2,1 mm. Las tecas tienen capuchones pequeños que se atenúan hasta casi desaparecer en las de las regiones distales del rabdosoma.

*Distribución:* *Euroclimacis iberica* es una especie aparentemente endémica de España, dado que hasta la fecha solo ha sido registrada en la parte superior de la Biozona de *Oktavites spiralis* (estratotipo) y en la parte inferior de la Biozona de *Cyrtograptus lapworthi* en el Telychiense de la sección de Corral de Calatrava (niveles CO-16 y CO-16 +1,6), donde llega a ser localmente abundante.

### ***Euroclimacis jabalonensis* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, 2009**

(Fig. 17.1a; Lám. 19, figs. 9, 15-16, 20-21)

p.v1989 *Monograptus priodon* (Bronn); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 93, loc. PS-2 (non p. 93, loc. PS-1; pp. 92, 96, 97).

\*2009 *Euroclimacis jabalonensis* Loydell *et al.*, p. 10; Figs. 5j-m.

*Observaciones:* Rabdosoma rectilíneo o casi rectilíneo, que incrementa gradualmente su anchura dorsoventral hasta un máximo de 0,85 mm. Todas las tecas tienen capuchón y en muchas de ellas se distinguen pequeñas excavaciones aperturales.

*Distribución:* *Euroclimacis jabalonensis* tiene su estratotipo en el Telychiense en la parte superior de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi* y se extiende hasta la parte media de la Biozona de *Oktavites spiralis*. En la zona de trabajo aparece en la sección

de Corral de Calatrava, donde fue descrita la especie, en los sinclinales de Guadarranque (nivel PS-2 = SPA-3) y Guadalmez (niveles GM GN-6, EB-5, EB-6 y EB-7) y en la zona de San Benito (nivel SB PQ-19).

### **Género *Monoclimacis* Frech, 1897**

Especie tipo: *Graptolithus vomerinus* Nicholson, 1872, del Llandovery del norte de Inglaterra.

#### ***Monoclimacis basilica* (Lapworth, 1880)**

(Fig. 18.6b)

- \*1880 *Monograptus galaensis* var. *basilicus* Lapworth; pp. 152-153; Lám. 4, figs. 6a-b.
- .1975 *Monograptus vomerinus basilicus* Lapworth; Bjerreskov, pp. 57-58; Fig.7D.
- .2006 *Monoclimacis basilica* (Lapworth); Loydell & Cave, Fig. 10e.
- v.2009 *Monoclimacis basilica* (Lapworth); Loydell *et al.*, Fig. 6l.
- .2009 *Monoclimacis basilica* (Lapworth); Zalasiewicz *et al.*, p. 834; Figs. 11, 313.

*Observaciones:* Loydell *et al.* (2009) ilustraron el único ejemplar conocido de esta especie en la zona de trabajo. Se trata de un fragmento proximal prácticamente idéntico a otro británico (Loydell & Cave, 2006). En el mismo se ve bien el característico incremento gradual-rápido en anchura, la inclinación de los septos intertecales o la altura de la sícula, cuyo ápice se sitúa a la altura de la abertura de la teca 1.

*Distribución:* De acuerdo con Zalasiewicz *et al.* (2009), *M. basilica* se extiende desde la parte media de la Biozona de *Cyrtograptus lapworthi* hasta la Biozona de *Monograptus riccartonensis*, del Telychiense superior al Sheinwoodiense inferior. El ejemplar centroibérico procede de la mitad superior de la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* en la sección de Corral de Calatrava.

#### ***Monoclimacis crenulata* (Elles & Wood, 1911)**

(Lám. 19, figs. 1-2)

- non1881 *Monograptus crenulatus* n. sp.; Törnquist, p. 438; Lám. 17, fig.4.
- \*1911 *Monograptus vomerinus* Var. *crenulatus* (Törnquist); Elles & Wood, p. 412-413, Figs. 278a-e; Lám. 41, figs. 4a-d.
- .1940b *Monoclimacis crenulata* (Törnquist); Příbyl, p. 6, Figs. 17, 18.
- ?1955 *Monoclimacis crenulata* (Törnq.); Redlin (mapa en Walter, 1977).
- p.non1960 *Monograptus vomerinus* var. *crenulatus*, Törnq.; Hernández Sampelayo, p. 27; Lám. 11, fig. k. (non Lám. 2, figs. 13, 13a).

- ?1990 *Monograptus vomerinus* cf. *crenulatus* (Törnquist); Rodríguez Pevida *et al.*, p. 19.  
 .2003 *Monoclimacis crenulata* (Elles & Wood); Loydell, Figs. 1 (1-3).  
 .2013 *Monoclimacis crenulata* (Elles & Wood); Zhang *et al.*, pp. 131, 133; Figs. 6J-N, R, AA-CC, 7A-B, D, I, L-P.

*Observaciones:* El rabdosoma es rectilíneo y alcanza una anchura máxima de 2 mm. Las dos primeras tecas presentan ganchos claramente desarrollados, y en alguna de las restantes se conservan pequeñas proyecciones dorsales que revelan que la abertura se orienta ventralmente.

*Distribución:* Esta especie telychiense muestra un gran interés estratigráfico, porque normalmente se circunscribe a la Biozona de *Torquigraptus tullbergi*, que en Avalonia y Baltica toma el nombre de Biozona de *M. crenulata* (Loydell, 2012). Sin embargo en Bohemia sus primeros representantes aparecen en la parte superior de la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* y su registro puede prolongarse en la Biozona de *Oktavites spiralis* (ver Štorch, 1994a). En la región surcentroibérica *M. crenulata* ha sido identificado en la Biozona de *Torquigraptus tullbergi* de Corral de Calatrava (nivel cf. CO-11), Retamar-Brazatortas (localidad cf. PT OB-3), San Benito (nivel cf. SB PQ-23) y en Sierra Morena oriental (M-9805 y cf. M-9807 de la hoja MAGNA nº 862).

### ***Monoclimacis flexa* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, 2009**

(Fig. 18.6a; Lám. 20, figs. 18-19)

- .\*2009 *Monoclimacis flexa* sp. nov.; Loydell *et al.*, Figs. 5c, d, n-p.

*Observaciones:* El rabdosoma posee una curvatura dorsal muy suave, algo más pronunciada proximalmente, en tanto que los fragmentos distales son casi rectilíneos. La anchura dorsoventral del estipe se incrementa desde 0,4-0,45 mm en la teca 1, hasta alcanzar un máximo de 1,15 mm. Las tecas tienen la morfología monoclimácida, pero la pared ventral libre no es paralela al eje del rabdosoma y presenta una ligera inclinación.

*Distribución:* *Monoclimacis flexa* tiene su localidad y estratotipo en la parte inferior de la Biozona de *Oktavites spiralis*, del Telychiense, de la sección de Corral de Calatrava. Un registro adicional de la especie se sitúa en la misma biozona del sinclinal de Guadalmez (localidad D-3).

### ***Monoclimacis flumendosae* (Gortani, 1923)**

(Lám. 2, fig. 12; Lám. 20, figs. 7-17)

- \*1923a *Monograptus Linnarssoni* Tullberg var. *flumendosae* n. f.; Gortani, pp. 51-52, Lám. 9, figs. 1-6, Lám. 12, figs. 4A, 6C, Lám. 13, fig. 4B.  
 .1965 *Monoclimacis flumendosae flumendosae* (Gortani); Rickards, pp. 252-253; Figs. 2d, 4f; Lám. 29, figs. 1-3.  
 ?1971 *Monoclimacis flumendosae* (Gort.); Romariz *et al.*, p. 60.  
 ?1976 *Monoclimacis flumendosae* Gort.; Gil Cid *et al.*, p. 25.



- v.1985 *Monoclimacis linnarssoni* (Tullberg); Pieren, p. 169.
- .1986 *Monoclimacis flumendosae* (Gortani); Teller, pp. 64-65; Figs. 12-15; Lám. 2, figs. 1-6; Lám. 6, figs. 6-10.
- ?1987 *Monoclimacis flumendosae* (Gortani); Amor & Ortega, p. 29.
- cf.p.v1989 *Monoclimacis vomerina vomerina* (Nicholson); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 91 (non pp. 92, 93; Lám. 2, fig. 6).
- . 1990 *Monoclimacis flumendosae* Gortani; Olivé Davó *et al.*, p. 42.
- v. 1990 *Monoclimacis linnarssoni* (Tullberg); Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60.
- v.1990 *Monoclimacis vomerina vomerina* (Nichol.); Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60.
- v.?1990 *Monoclimacis* cf. *chuchlensis* Příbyl; Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60.
- .1998 *Monoclimacis flumendosae* (Gortani); Štorch *et al.*, pp. 321, 322.
- .2005b *Monoclimacis flumendosae* (Gortani); Lorenzo *et al.*, p. 41.
- v2009b *Monoclimacis* cf. *flumendosae* (Gortani); Matas González *et al.*, p. 39.
- .2011 *Monoclimacis flumendosae* (Gortani); Piras *et al.*, p. 8; Fig. 4.3.
- 2012 *Monoclimacis flumendosae* (Gortani); Lenz *et al.*, p. 21; Lám. 11, figs. 3, 5, 10-13.

*Observaciones:* Se trata de una especie muy abundante y de gran longitud, pues los fragmentos de más de 10 cm son frecuentes. El extremo proximal del rabdosoma presenta una curvatura dorsal característica y la anchura aumenta de forma gradual hasta alcanzar un máximo de 2 mm (algo superior en los ejemplares tectonizados). El número de tecas en 10 mm varía entre 8-10; el genículo tiende a atenuarse en las tecas más distales. Pieren & Gutiérrez-Marco (1990) diferenciaron como *Monoclimacis* cf. *chuchlensis* Příbyl un ejemplar que posee una leve curvatura ventral y conserva “espinas geniculares” retrodirigidas en tres de las tecas, lo que parece representar una variante preservacional de *M. flumendosae* (además, el auténtico *M. chuchlensis* procede de horizontes más antiguos).

*Distribución:* *Monoclimacis flumendosae* se encuentra ampliamente difundido en el Sheinwoodiense superior y Homeriense basal de Europa y norte de África, iniciando su registro en la Biozona de *Pristiograptus dubius* y culminando en la de *Cyrtograptus lundgreni*. En la región surcentroibérica, su rango se extiende, con seguridad, desde la Biozona de *M. belophorus-Cyrtograptus rigidus* a la de *C. lundgreni*, con la misma distribución temporal, en los sinclinales de Guadarranque (niveles 81-Ci-12, cf. PS-10), Herrera del Duque (niveles HD-D, HD-E y HD-I), Corral de Calatrava (niveles CO-25 a CO-30), Almadén (localidades AL AM-3, AL AM-2 (?), AL AV-4, cf. Loc. 1, cf. Loc. 3, Loc. 5 y cf. Loc. 8), Valdeazogues-Puertollano (niveles PT RE-12 a 16, PT RE-20 y PT RE-24) y Guadalmez (niveles CHW-5 a CHW-8, CHW-14, CHW-19 y CHW-20, de la estación de Chillón y GM EC-5 y GM TCE-3 de la estación de Las Cabras, Loc. 13, Loc. 16 y Loc. 31 (?)); en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches (San Benito, nivel SB PQ-37, y Santa Eufemia, muestras GM EU-3 (?) cf. GM EU-4) y en Sierra Morena oriental (muestra IN-GM-05-01-M1 de la hoja MAGNA nº 864).

### ***Monoclimacis geinitzi* (Bouček, 1932)**

(Lám. 19, fig. 5)

- \*1932 *Monograptus geinitzi* n. sp.; Bouček, p. 153, Figs. 2c-d.
- .1940b *Monoclimacis geinitzi* (Bouček); Příbyl, pp. 5-6, Lám. 2, figs. 9-11.
- v.1988 *Monoclimacis linnarssoni* (Tullberg); Portero *et al.*, p. 25.
- ?1988 *Monoclimacis linnarssoni* (Tullb.); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93.
- .1995 *Monoclimacis geinitzi* (Bouček); Bull & Loydell, Figs. 4G-I.
- .1998 *Monoclimacis geinitzi* (Bouček); Štorch *et al.*, p. 321.
- .2009 *Monoclimacis geinitzi* (Bouček); Loydell *et al.*, p. 189.

*Observaciones:* El raddosoma es rectilíneo y delgado (1,4 mm de anchura máxima). El número de tecas en 10 mm es de 10-11. Las tecas muestran un genículo bien desarrollado y sus aberturas se orientan ventralmente. Los fragmentos proximales de *Monoclimacis linnarssoni* (Tullberg, 1883) son difíciles de distinguir de los de esta especie, razón por la cual las citas previas del primero en la región estudiada tienen una valoración problemática, dado que *M. linnassorni* no ha sido caracterizado hasta ahora en ninguno de los yacimientos estudiados.

*Distribución:* El registro de *Monoclimacis geinitzi* se extiende desde la Biozona de *Oktavites spiralis*, parte media del Telychiense, hasta la de *Cyrtograptus murchisoni*, Sheinwoodiense inferior, en numerosas localidades europeas; la especie caracteriza una biozona regional en China meridional, correlacionable con la parte alta de la Biozona de *O. spiralis* europea (Loydell, 2012). En la región surcentroibérica, *M. geinitzi* aparece en la mitad superior de la Biozona de *O. spiralis* y su registro concluye en la base de la Biozona de *C. murchisoni* (Loydell *et al.*, 2009). La especie ha sido identificada en los sinclinales de Corral de Calatrava (niveles CO-14, CO-16, CO-16+1,6 y cf. CO-17) y Guadalmez (niveles cf. EB-3A, cf. EB-5, cf. EB-6F y cf. EB-6G y localidad GM AL-2)

### ***Monoclimacis gracilis*? (Elles & Wood, 1911)**

- ?\*1911 *Monograptus vomerinus* (Nicholson) Var. *gracilis*, var. nov.; Elles & Wood, p. 411, Fig. 277; Lám. 41, figs. 3a-d.
- .1971b *Monograptus vomerinus* var. *gracilis* (E.K.); Saupé, p. 362.
- .1971b *Monograptus* cf. *vomerinus* var. *gracilis* (E.K.); Saupé, p. 362.

*Observaciones:* La cuestionada especie *Monoclimacis gracilis* fue identificada por Saupé (1971) en dos localidades situadas, respectivamente, al sur-sureste y al noroeste de Almadén, en apariencia formando parte de asociaciones referibles al Wenlock. Sin embargo, la primera de estas localidades desapareció al abrir la mina de El Entredicho y la segunda (cresta de los Cuchillos) no ha sido reencontrada, por lo que carecemos de evidencias de la especie en el área de trabajo. El único dato que se aproxima es un fragmento de raddosoma, identificado como *Monoclimacis* cf. *gracilis* encontrado en la localidad de Valdeazogues (PT VAZ-14: sinclinal Almadén-Puertollano), en niveles del tránsito Llandovery-Wenlock.

*Distribución:* *Monoclimacis gracilis* está citado en Bohemia (Štorch, 1994a) en las biozonas de *Monoclimacis griestoniensis* y *Cyrtograptus purchisoni*, del Telychiense a la parte inferior del Sheinwoodiense.

### ***Monoclimacis griestoniensis* (Nicol, 1850)**

(Lám. 20, figs. 1-6)

- \*1850 *Graptolites griestoniensis* Nicol; p. 63, Fig. 2a-b.
- ?1960 *Monograptus crenularis*, Lapw.; Hernández Sampelayo, pp. 17, 42; Lám. 2, figs. 14, 14a, 14b; Lám. 20, fig. 2.
- ?1960 *Monograptus* cf. *crenularis*, Lapw.; Hernández Sampelayo, Lám. 10, fig. 14d.
- .1970 *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol); Toghill & Strachan, pp. 514-517; Figs. 1a-h; Lám. 103, 1-5.
- ?1971b *Monograptus griestoniensis* (Nicol); Saupé, p. 362.
- .1975 *Monograptus griestoniensis* (Nicol); Bjerreskov, pp. 59-60; Fig. 18B; Lám. 8, fig. H- J.
- ?1976 *Monoclimacis* cf. *griestoniensis* (Nicol); Lozac'h & Vidal, p. 33.
- ?1978 *Monograptus griestoniensis* ? Nicol; Blachère, p. 41.
- .1993 *Monograptus griestoniensis* (Nicol); Štorch & Serpagli, p. 46, figs. 12G, M; Lám. 10, figs. 1, 5.
- .1995 *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol); Zalasiewicz *et al.*, pp. 961-963; Figs. 1, 2.1-2.3, 3.1-3.3.
- v.1998 *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol); Štorch *et al.*, p. 320.
- v.2005b *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol); Lorenzo *et al.*, p. 41.
- v2009b *Monoclimacis* cf. *griestoniensis* (Nicol); Matas González *et al.*, p. 39.

*Observaciones:* El rabdosoma posee una morfología muy característica. Es muy fino, rectilíneo o algo arqueado ventralmente, y su anchura dorsoventral se incrementa de forma muy gradual desde 0,15-0,2 mm en la teca 1 hasta un máximo distal de 0,85 mm. La pared supragenicular de las tecas es alargada; los septos intertecales son paralelos al eje del rabdosoma, y en posición genicular destaca la presencia de un capuchón formado por la prolongación apertural de la pared dorsal de la teca precedente.

*Distribución:* *Monoclimacis griestoniensis* es la especie más frecuente y abundante del género en la zona estudiada, donde ha sido reconocida únicamente en su biozona nominal del Telychiense medio y en la parte baja de la biozona siguiente (Biozona de *T. tullbergi*), en Corral de Calatrava (niveles ex gr. CO-5/7, ex gr. CO-6, CO-10, cf. CO-11+1, cf. CO-11+1,3) además de en los sinclinales de Guadarranque (nivel aff. 81-Ci-10), Almadén (nivel AL LP-E del arroyo del Láviz, Mina de Almadén), Valdeazogues-Puertollano (Retamar: nivel cf. PT RE-10; Brazatortas: nivel cf. PT OB-2), Guadalmez (Loc. 12, cf. Loc. 31, Localidad D-3, niveles EB-1, EB-1T, GM GN-2) y en las zonas de San Benito (niveles SB PQ-1, SB PQ-3, SB PQ-4, SB PQ-10, SB PQ-12, SB PQ-15, SB PQ-16, SB PQ-17, ex gr. SB PQ-2 y localidad SB ASJ-1), Santa Eufemia [niveles cf. GM PO (CENT), GM PO (S), GM PO-2, cf. GM PO (NOR)] y Sierra Morena oriental: El Centenillo (niveles EC SE-2G, EC SE-3G, EC SE-4G, EC SE-5G, EC SE-

6G) y Hojas MAGNA nº 862 (muestras cf. M-9803, M-9805 y cf. M-9806) y nº 864 (muestra cf. IN-GM M14).

***Monoclimacis hemipristis* (Meneghini, 1857)**

(Lám. 19, fig. 6)

- \*1857 *Graptolithus* (*Monograpsus*) *hemipristis* n. f.; Meneghini, p. 168, Lám. B, figs. 5a-b.
- .1922 *Monograptus hemipristis* Meneghini em.; Gortani, p. 50; Lám. 8, figs. 23-27; Lám. 12, fig. 11.
- .1931 *Monograptus vomerinus* var. *robustus* n. var.; Bouček, 1931, p. 296, Figs. 2f-g.
- ?1971 *Monoclimacis hemipristis* (Menegh. em. Gort.); Romariz *et al.*, p. 60.
- ?1971 *Monoclimacis hemipristis gonii* (Menegh. em. Gort.); Romariz *et al.*, p. 60.
- ?1976 *Monoclimacis hemipristis* Menegh. em. Gort.; Gil Cid *et al.*, p. 25.
- ?1976 *Monoclimacis hemipristis gonii* Menegh. em. Gort.; Gil Cid *et al.*, p. 25.
- ?1982 ¿*Monograptus hemipristis*? (Meneg); Ballestra *et al.*, p. 62.
- ?1987 *Monoclimacis hemipristis* (Meneghini); Amor & Ortega, p. 29.
- v.1998 *Monoclimacis hemipristis* (Meneghini); Štorch *et al.*, p. 321.

**Observaciones:** La morfología general de esta especie es muy similar a la de *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), con la que puede confundirse fácilmente en ejemplares ensanchados por deformación. *M. hemipristis* tiene un extremo proximal más robusto que el de *M. flumendosae*, al que precede estratigráficamente en Bohemia, y que alcanza una anchura distal máxima de 3 mm. 8-9 tecas en 10 mm. La forma *M. vomerina robusta* (Bouček), redescrita por Příbyl (1940b), constituye un sinónimo posterior de *M. hemipristis* (Štorch, 1994a), aunque previamente había sido relacionada con *M. vomerina basilica* (Lapworth) por Bjerreskov (1975). La “variedad” *M. hemipristis gonii* (Meneghini, 1857), citada en el sinclinal de Guadarranque, corresponde con gran probabilidad a ejemplares tectónicamente alargados de *M. hemipristis*, lo mismo que sucede en su localidad tipo de Cerdeña, donde la anchura y densidad tecal son más reducidos que en la forma nominal.

**Distribución:** *Monoclimacis hemipristis* se reconoce desde la Biozona de *Monograptus riccartonensis* hasta la parte media de la Biozona de *M. belophorus-Cyrtograptus rigidus*, ambas pertenecientes al Sheinwoodiense. En la región surcentroibérica la especie aparece puntualmente en la Biozona de *M. belophorus-C. rigidus* de los sinclinales de Herrera del Duque (HD-D/H), Corral de Calatrava (niveles CO-24 a CO-26) y Guadalmez (cf. CHW-7).

***Monoclimacis subgeinitzi* Fu, 1986**

(Fig. 18.6e)

- \*1986 *Monoclimacis subgeinitzi* n. sp.; Fu in Fu & Song; p. 113; Lám. 10, fig. 17.

- v.1989 *Monoclimacis vomerina* cf. *vomerina* (Nicholson); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 94.  
 .2009 *Monoclimacis subgeinitzi* Fu; Loydell *et al.*, Fig. 4n.

*Observaciones:* Esta especie se reconoce por la presencia de tecas basales ganchudas y por la gran longitud de la sícula, lo que la distingue de *Monoclimacis geinitzi* (Bouček) con la que algunos autores chinos pretendieron sinonimizarla recientemente (Mu *et al.*, 2002).

*Distribución:* Parte inferior de la Biozona de *Oktavites spiralis* en China (según la revisión de Zalasiewicz *et al.*, 1995). En la zona de estudio, *M. subgeinitzi* se extiende entre la parte más alta de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi* y la base de la de *O. spiralis*, parte media del Telychiense, en la secciones de Corral de Calatrava, San Benito (nivel SB PQ-18) y una muestra sin referencia estratigráfica proveniente del sinclinal de Guadarranque (arroyo Molinillo), original de Ramírez y Ramírez (1955).

### ***Monoclimacis vikensis* Bassett & Rickards, 1971?**

(Fig. 18.6c)

- \*1971 *Monoclimacis vomerina* (Nicholson, 1872) *vikensis* Bassett & Rickards; p. 255; Fig. 2B.  
 .2009 *Monoclimacis vikensis*? Bassett & Rickards; Loydell *et al.*, Fig. 4x.

*Observaciones:* El único ejemplar conocido fue ilustrado por Loydell *et al.* (2009) y consiste en un fragmento proximal del rabdosoma bastante estrecho, con sícula corta y capuchones en las primeras tecas. No obstante, la identificación plena de la especie requiere del hallazgo de un material más completo y en mejor estado de conservación.

*Distribución:* Biozona de *Cyrtograptus purchisoni*, de la base del Sheinwoodiense, en la sección de Corral de Calatrava (Loydell *et al.*, 2009).

### ***Monoclimacis vomerina* (Nicholson, 1872)**

(Fig. 18.6d; Lám. 19, figs. 3-4)

- \*1872 *Graptolithus vomerinus* Nicholson, p. 53; Fig. 21a-c.  
 ?1971b *Monograptus vomerinus* (Nicholson); Saupé, p. 362.  
 ?non1974 *Monograptus vomerinus* Nicholson; Lauret, p. 62; Lám. 9, fig. 6.  
 .1975 *Monograptus vomerinus vomerinus* (Nicholson); Bjerreskov, pp. 55-57; Fig. 17E, Lám. 8, figs. E-G; Tabla 5.  
 ?1978 *Monograptus* sp. ex gr. *vomerinus* Nicholson; Blachère, pp. 42, 44.  
 ?1982 *Monograptus vomerinus* (Nicholsen?); Ballestra *et al.*, p. 61.  
 ?1982 *Monograptus* sp. ex gr. *vomerinus* (Nicholsen); Ballestra *et al.*, p. 61.  
 ?1985 *Monoclimacis* cf. *vomerinus* (Nicholson); Pieren, p. 169.  
 .1986 *Monoclimacis vomerina* (Nicholson); Teller, Fig. 19; Lám. 2, figs. 8-11; Lám. 3, figs. 3-6, 8-10.  
 ?1987 *Monoclimacis vomerinus* (Nicholson); Amor & Ortega, p. 29.

- v.1988 *Monoclimacis vomerina vomerina* (Nichol.); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 93.
- p.v1989 *Monoclimacis vomerina vomerina* (Nicholson); Rodríguez Núñez *et al.*, pp. 92, 93?; Lám. 2, fig. 6 (non p. 91).
- non1990 *Monoclimacis vomerina vomerina* (Nichol.); Pieren & Gutiérrez Marco, p. 60.
- ?1992b *Monoclimacis cf. vomerina* (Nichol.); Soldevila, p. 370.
- .1995 *Monoclimacis vomerina* (Nicholson); Bull & Loydell, Fig. 4a-b.
- .2006 *Monoclimacis vomerina* (Nicholson); Loydell & Cave, Fig. 10c, l.
- .2009 *Monoclimacis vomerina* (Nicholson); Loydell *et al.*, Fig. 4m.

*Observaciones:* La mayoría del material del que disponemos es dudoso, por presentarse demasiado fragmentado o algo deformado. El mejor rabdosoma con su región proximal completa es el ilustrado por Loydell *et al.* (2009, fig 4m.), que muestra una ligera curvatura dorsal inicial, un ápice de la sícula a nivel de la teca 2, un incremento en la anchura gradual, septos intertecales inclinados y excavaciones tecales de escasa anchura.

*Distribución:* *Monoclimacis vomerina* alcanza una amplia distribución estratigráfica, desde la Biozona de *Torquigraptus tullbergi*, parte media del Telychiense, hasta la parte inferior de la de *Monograptus riccartonensis*, Sheinwoodiense inferior. En la sección de Corral de Calatrava está presente en la parte alta de la Biozona de *T. tullbergi* hasta la de *Cyrtograptus murchisoni*. Otros ejemplares dudosos que identificamos como *M. cf. vomerina* proceden de niveles indeterminados de las secciones de Retamar (Nivel PT RE-11) y Santa Eufemia (Localidad GM EU-4).

### ***Monoclimacis woodae* Zalasiewicz, Loydell & Štorch, 1995**

(Lám. 19, figs. 7-8)

- \*1995 *Monoclimacis woodae* Zalasiewicz, Loydell & Štorch, pp. 965-966; Figs. 3.6, 3.7, 3.10.
- .2003 *Monoclimacis woodae* Zalasiewicz, Loydell & Štorch; Loydell, p. 59; Figs. 1 (6-10).
- ?2009 *Monoclimacis woodae?* Zalasiewicz, Loydell & Štorch; Loydell *et al.*, p. 189.

*Observaciones:* El escaso material de esta especie recuerda mucho a *Monoclimacis griestoniensis*, pero su incremento de anchura es algo más rápido, desde 0,2-0,25 mm iniciales hasta un máximo distal de 0,8-0,9 mm (0,4-0,5 mm a nivel de la teca 10, frente a los 0,25-0,3 mm en esta última especie).

*Distribución:* nuestro material de *Monoclimacis woodae* procede de la Biozona de *M. griestoniensis*, de la parte media del Telychiense, de las secciones de Corral de Calatrava (CO-8, CO-8A, CO-9) y San Benito (nivel SB PQ-17). En Corral de Calatrava la especie está representada con dudas en la parte inferior de la Biozona de *Oktavites spiralis*.

### ***Monoclimacis* spp.**

- non 1960 *Monograptus galaensis*, Lapw.; Hernández Sampelayo, pp. 17, 42; Lám. 2, figs. 16, 16a; Lám. 21, fig. 2.  
1963 *Monograptus galaensis* Lapw.; Romariz, p. 133; Lám. 1, fig. 3.  
1987a *Monograptus* cf. *galaensis*; García Sansegundo *et al.*, p. 19.  
1987 *Monograptus galaensis* (Lapworth); Mira *et al.*, p. 22.  
1990 *Monograptus crenularos* (Lapworth) -sic-; Rodríguez Pevida *et al.*, p. 19.

*Observaciones:* Reunimos aquí las citas de dos especies del género cuya presencia en la zona de estudio no ha sido acreditada por nosotros. La primera es *Monoclimacis? galaensis* (Lapworth, 1876), mencionada en dos hojas geológicas de la región de Almadén (García Sansegundo *et al.*, 1987; Mira *et al.*, 1987). Aunque el material original nos hemos podido revisarlo, los graptolitos acompañantes permiten deducir que integran asociaciones de edad Telychiense con *Parapetalolithus* (probablemente *P. palmeus?* o *P. meridionalis?*). La especie *M.? galaensis* se extiende entre el techo de la Biozona de *Spirograptus turriculatus* y la base de la de *Streptograptus crispus*. Otras menciones previas de la misma corresponden a Henke & Hundt (1926) y a Hernández Sampelayo (1960). En el primer caso, la cita fue reasignada por Haberfelner (1931, Lám. 1, fig. 19a) a *Pristiograptus nudus*, pero su ilustración corresponde a un monograptido indeterminable en conservación subescalariforme. Los ejemplares figurados por Hernández Sampelayo (1960), procedentes de los yacimientos de Almadén y Corral de Calatrava, representan fragmentos de estipes con tecas simples (*Pristiograptus?* sp.).

La segunda especie del género citada, pero no reencontrada, es *Monoclimacis crenularis* (Lapworth, 1876) de la Biozona de *Lituigraptus convolutus*, que fue reconocida por Rodríguez Pevida *et al.* (1990) al este de Santa Eufemia (Córdoba). La asociación mezcla formas aeronienses con otras telychienses, lo que introduce serias dudas sobre la identificación de la especie.

### **Género *Colonograptus* Přibyl, 1942**

Especie tipo: *Monograptus colonus* Barrande, 1850, del Ludlow de Bohemia.

### ***Colonograptus* sp.**

- v1989 *Monograptus sigmoidalis* Bouček; Rodríguez Núñez *et al.*, p. 98.  
non?1992a *Pristiograptus* cf. *vulgaris* (Wood); Soldevila, p. 358.

*Observaciones:* La posible presencia del género *Colonograptus* Přibyl, 1942 en la zona de estudio aparece indicada en dos yacimientos de los sinclinales de Guadarranque y La Codosera (Badajoz). En el primero, la especie del Gorstienne *Colonograptus? sigmoidalis* (Bouček, 1936) fue señalada por Rodríguez Núñez *et al.* (1989) en una de las unidades de la sucesión silúrica local (“Areniscas de Las Cabezuelas”, en parte correlacionables con la Formación Cerro Escudero, Pardo Alonso & García-Alcalde, 1996 ). El ejemplar original ha sido revisado y sus dos primeras tecas presentan las

modificaciones aperturales características del género, en tanto que las restantes tecas del rabdosoma son de tipo pristiograptido.

Por otra parte, *Colonograptus ludensis* (Murchison, 1839), a través de su sinónimo posterior "*Pristiograptus*" *vulgaris* (Wood, 1900), fue citado tentativamente por Soldevila (1992) junto con una asociación de graptolitos deformados de tipo "sárdico". La revisión del material original no ha confirmado la presencia de ningún rabdosoma incuestionable de *Colonograptus* en el yacimiento, que podría corresponder al Sheinwoodiense en lugar de al Homeriense terminal, donde *C. ludensis* define la biozona homónima.

### **Género *Neocolonograptus* Urbanek, 1997**

Especie tipo: *Monograptus parultimus* Jaeger, 1975, del Pridoli de los Alpes Cárnicos, Austria

#### ***Neocolonograptus parultimus* (Jaeger, 1975)**

- \*1975 *Monograptus parultimus* n. sp.; Jaeger, p. 119; Fig. 4; Lám. 2, figs. 4, 8.
- .1986 *Monograptus parultimus* Jaeger; Kříž *et al.*, pp. 318-321; Figs. 29-34; Lám. 1, figs. 1-2, 5, 8-9; Lám. 2, figs. 3-6, 23-24; Lám. 4, fig. 12.
- .1997 *Neocolonograptus parultimus* (Jaeger); Urbanek, pp. 166-167; Fig. 48; Lám. 21, figs. 1-7.
- .2014 *Neocolonograptus parultimus* (Jaeger); Gutiérrez-Marco *et al.*, 2014.

*Observaciones:* Esta especie ha sido identificada en una muestra de caliza margosa procedente de Adamuz (Córdoba), donde se presenta asociada a *N. ultimus* (Perner) y a diversos bivalvos del Pridoli inferior (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2014). Los graptolitos del Pridoli son muy raros en el suroeste de Europa (Piçarra *et al.*, 1998), por lo que el hallazgo de Adamuz reviste un interés añadido.

*Distribución:* La especie aparece en el Ludfordiense tardío y abunda en la Biozona de *N. ultimus* del Pridoli basal y extensión cosmopolita. La especie se conocía previamente en el Silúrico del sinclinal del Valle (Piçarra *et al.*, 1998).

#### ***Neocolonograptus ultimus* (Perner, 1899)**

- \*1899 *Monograptus ultimus* n. sp.; Perner, p. 13; Figs. 14a,b (non Lám. 16, figs. 4-5 = *N. parultimus* Jaeger).
- .1986 *Monograptus ultimus* (Perner); Kříž *et al.*, pp. 321-324; Figs. 35-38; Lám. 1, figs. 3-4, 7, 11, 13; Lám. 2, figs. 7-8.
- .1997 *Neocolonograptus ultimus* (Perner); Urbanek, pp. 167-168; Fig. 8c; Lám. 22, figs. 1-5.
- .2014 *Neocolonograptus ultimus* (Perner); Gutiérrez-Marco *et al.*, 2014.



*Observaciones:* La especie se presenta asociada a *N. parultimus* (Jaeger) en Adamuz (Córdoba) y se conoce en contadas localidades del suroeste de Europa (Piçarra *et al.*, 1998).

*Distribución:* Pridoli basal, con rango cosmopolita.

### **Género *Saetograptus* Přibyl, 1943**

Especie tipo: *Graptolithus chimaera* Barrande, 1850, del Ludlow de Bohemia.

#### ***Saetograptus* cf. *chimaera* (Barrande, 1850)**

(Lám. 10, figs. 26-27)

- cf.\*1850 *Graptolithus chimaera* Barrande; p. 52; Lám. 4, figs. 34, 35.
- cf.1911 *Monograptus chimaera* (Barrande); Elles & Wood, p. 398; Figs. 266a-b; Lám. 39, figs. 3a-d.
- cf.1936 *Monograptus chimaera* (Barrande); Bouček, p. 17; Figs. 3a-c.
- non1960 *Monograptus chimaera*, Barr.; Hernández Sampelayo, p. 16; Lám. 2, fig. 9. (Almadén).
- non1977 *Monograptus chimaera* (Barrande); Ríos Aragüés, p. 81.
- 1997a *Saetograptus leintwardinensis* (Lapworth); Gutiérrez-Marco *et al.*, p. 132; fig. 2g.

*Observaciones:* Gutiérrez-Marco *et al.* (1997) identificaron la presencia de *S. leintwardinensis* en el yacimiento de Alange, basándose en un ejemplar de dimensiones similares a esta especie y que solo conservaba espinas en las tecas proximales. El hallazgo de un nuevo ejemplar que conserva una de las espinas en la parte mesial del rabdosoma, permite establecer diferencias con la especie citada. En particular, la curvatura ventral de la sícula y de la región proximal del rabdosoma resultan más parecidas a las de *S. chimaera*, una especie más antigua (Gorstiense), cuya asignación definitiva queda supeditada al hallazgo de nuevo material en mejor estado de conservación.

*Saetograptus chimaera* había sido citado en la región de Almadén por Hernández Sampelayo (1960, lám. 2, fig. 9), pero el ejemplar ilustrado no es más que un fragmento distal indeterminable, con reducción gradual en la anchura del estipe y unos procesos tecaes, no espinosos, aparentemente bifurcados. La especie fue mencionada también en Sierra Morena Oriental (Ríos Aragüés, 1977), pero la posición estratigráfica del hallazgo (“cerca del contacto con la Cuarcita Castellar”) y su asociación con una forma biserial hacen suponer que se trata de una confusión con algún monógraptido del Llandovery.

*Distribución:* Gorstiense de Alange. La especie nominal se registra en la parte superior de la Biozona de *Neodiversograptus nilssoni* hasta la Biozona de *Lobograptus scanicus*.

***Saetograptus cf. linearis* (Bouček, 1936)**

(Lám. 10, figs. 23-25)

- cf.\*1936 *Monograptus fritschi linearis* Bouček; pp. 19-20; Figs. 3r-u.  
cf.1943 *Pristiograptus (Saetograptus) fritschi linearis* (Bouček); Příbyl, p. 17; Figs. 3 (19-21).  
cf.2004 *Saetograptus linearis* (Bouček); Lenz & Kozłowska-Dawidziuk, pp. 28-29; Lám. 27, figs. 8, 10-18; Lám. 38, figs. 2, 11.

*Observaciones:* El material estudiado consta de varios rabdosomas deformados, de dimensiones y características muy semejantes a las de *S. linearis*. De ellas destaca el extremo proximal recto y con indicios de una aparente curvatura dorsal debido a la posición de la sícula, alineada con el eje del rabdosoma.

*Distribución:* Sección de Puente Quebrada (San Benito), nivel SB PQ-52, de edad Gorstiense indeterminado. La especie *S. linearis* se extiende entre la Biozona de *N. nilssoni* y la Biozona de *L. scanicus* en Europa y Norteamérica, ambas inclusive.

***Saetograptus? sp.***

- ?1962 *Monograptus varians*, Wood; Almela *et al.*, pp. 213, 219, 239.  
?1976 *Monograptus varians* Wood; Lozac'h & Vidal, p. 31.

*Observaciones:* Datos adicionales sobre la posible representación del género en la región surcentroibérica, derivan de la cita de *Saetograptus varians* (Wood, 1900) hecha por Almela *et al.* (1962) al este de Garlitos, reproducida por Lozac'h & Vidal (1976). La distribución de dicha especie corresponde esencialmente al Gorstiense, pero el yacimiento no ha sido revisado en el presente estudio.

**Género *Lapworthograptus* Bouček & Příbyl, 1952**

Especie tipo: *Cyrtograptus Grayi* Lapworth, del Llandovery de Gran Bretaña.

***Lapworthograptus aff. singularis* (Törnquist, 1892)**

- aff.\* 1892 *Monograptus singularis* n. sp.; Törnquist, p. 22; Lám. 2, figs. 9-11.  
aff. 1951 *Monograptus (Globosograptus) singularis mancki* (Hemmann); Bouček & Příbyl, pp. 13-14; Figs. 2a-c.  
aff. 1985 *Prochnygraptus singularis* (Törnquist); Příbyl & Štorch, pp. 161-162; Figs. 2, 3a-c; Lám. 1, figs. 3-4; Lám. 2, figs. 2, 3.  
aff. 1995 *Lapworthograptus singularis* (Törnquist); Zalasiewicz, Fig. 5C.

*Observaciones:* Nuestro material consta únicamente de algunos fragmentos de estipes con tecas aisladas, en las que se reconoce la morfología tan característica de los representantes evolucionados del género. Estos tienen metatecas muy salientes, que

representan más de la mitad de la anchura dorso-ventral del estipe, y que están dobladas sobre sí mismas, de modo que sus aberturas se orientan dorsalmente.

*Distribución:* El registro europeo de *Lapworthograptus singularis* (= “*Monograptus*” *mancki* Hemmann, 1931) abarca desde la parte superior de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi* hasta la Biozona de *Oktavites spiralis*, del Telychiense. En la región surcentroibérica, *Lapworthograptus* aff. *singularis* ha sido reconocido en la Biozona de *Streptograptus crispus* de Corral de Calatrava (nivel CO-5), por lo que su registro se anticipa notablemente al de la forma nominal, si bien concuerda con la extensión asignada a la especie por Rickards *et al.* (1977, fig. 27).

### Género *Paradiversograptus* Sennikov, 1976

Especie tipo: *Rastrites capillaris* Carruthers, 1867, del Llandovery de Escocia.

#### *Paradiversograptus capillaris?* (Carruthers, 1867)

- \*1867 *Rastrites capillaris* Carruthers; p. 368; Lám. 2, fig. 10.
- ?1931 *Monograptus gemmatus* (Barr.); Habermelner, pp. 55-56; Lám. 1, fig. 20 (Trad. Meléndez, 1952, pp. 85-86).
- 1931 *Monograptus intermedius* (Carr.); Habermelner, pp. 62-63; Lám. 1, figs. 26a-d; Fig.-texto 3 (Trad. B. Meléndez, 1952; pp. 96-97; Figs. 29 y 30).
- 1931 *Monograptus* cf. *elongatus* Törnq.; Habermelner, pp. 63-64; Fig.-texto 4 (Trad. B. Meléndez, 1952; pp. 98-99; Fig. 31).
- ?1988 *Diversograptus* cf. *capillaris* (Carr.); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 92.
- v?1988 *Monograptus* cf. *gemmatus* (Barr.); Gutiérrez-Marco & Pineda Velasco, p. 92.

*Observaciones:* En la Zona Centroibérica, distintos autores han señalado fragmentos de estipe muy similares a los de esta especie, bajo diferentes denominaciones. Sin embargo, el rango biostratigráfico de la especie es enteramente Aeroniense (Biozonas de *L. convolutus* a *S. sedgwickii*) y, por ello, su presencia en el techo de la Cuarcita del Castellar del subsuelo del Centenillo (Jaén), junto a *Monograptus gemmatus* y otros, así como en las pizarras negras telychienses de Almadén, es bastante cuestionable.

#### *Paradiversograptus runcinatus* (Lapworth, 1875)

(Lám. 21, fig. 13)

- \*1876 *Monograptus runcinatus* Lapworth, pp. 501-502, Lám. 20, figs. 4a-g.
- non?1931 *Monograptus runcinatus* Lapworth; Habermelner, pp. 58-59; Lám. 1, figs. 23a, b. (Trad. B. Meléndez, 1952; p. 91; figs. 24a-b).
- cf.1931 *Monograptus* cf. *flagellaris* Törnquist; Habermelner, pp. 59-60; Lám. 1, fig. 25 (Trad. B. Meléndez, 1952, pp. 92-94; Fig. 26).

- ?1960 *Monograptus runcinatus*, Lapw.; Hernández Sampelayo, pp. 18, 21, 52; Lám. 5, figs. 35, 35a, 35c, 35d.; Lám. 26, fig. 2.
- ?1960 *Monograptus cf. runcinatus*, Lapw.; Hernández Sampelayo, p. 21; Lám. 5, fig. 35b; Lám. 10, fig. 35d.
- ?1961 *Monograptus runcinatus*; Márquez Triguero, pp. 194, 195.
- ?1962 *Monograptus runcinatus*, Lapw.; Almela *et al.*, pp. 220, 240.
- .1975 *Diversograptus runcinatus* (Lapworth); Bjerreskov, pp. 90-91; Fig. 27A; Lám. 13, fig. D.
- ?1976 *Monograptus runcinatus* Lapw.; Lozac'h & Vidal, p. 33.
- ?1982 *Monograptus runcinatus* (Lapworth); Ballestra *et al.*, p. 61.
- .1993a *Paradiversograptus runcinatus* (Lapworth); Loydell, pp. 149, 152-153; Figs. 25 (1-3); Figs. 26 (1-9, 15).
- .1998b *Paradiversograptus runcinatus* (Lapworth); Štorch, p. 125; Lám. 4, fig. 4.

*Observaciones:* Nuestro material consiste en fragmentos de estipes, en su mayoría distales o sin evidencias de cladio sicular, de trazado rectilíneo o con ligera curvatura ventral. Sus dimensiones y características tecales concuerdan con las de la especie.

*Paradiversograptus runcinatus* fue citado tempranamente en la Zona Centroibérica por Habermelner (1931) y sus ilustraciones sirvieron para que autores españoles posteriores identificaran la especie en nuevos yacimientos. Sin embargo los ejemplares figurados por Habermelner (1931), con material previamente citado como *Monograptus becki* en Almadén por Henke y Hundt (1926), presenta unos ganchos metacales muy desarrollados, distintos a los de *P. runcinatus*. Lo mismo sucede con el taxón “*Monograptus runcinatus* var. *pertinax* Elles-Wood”, ilustrado también por Habermelner (1931, lám. 1, figs. 24a-b) que en este caso podría representar formas de *Streptograptus* o de *Stimulograptus*. En cambio, “*Monograptus cf. flagellaris* (Tqut.), *M. flexilis* según Hundt”, descrito e ilustrado por Habermelner (1931, lám. 1, fig. 25), si que recuerda considerablemente a un fragmento proximal de *P. runcinatus* o, como alternativa, a *Streptograptus pseudoruncinatus* (Bjerreskov, 1975).

*Distribución:* Biozona de *R. linnaei*, común en la parte inferior (subzona *P. runcinatus*-*M. gemmatus*) de la base del Telychiense. En la zona de estudio la especie ha sido identificada en las secciones de Corral de Calatrava (nivel CC GJ-14), Chillón este (nivel CHE-1), Guadalmez norte (nivel GM GN-1) y Vilches-Torre Alver (Hoja MAGNA nº 863).

### **Género *Diversograptus* Manck, 1923**

Especie tipo: *Diversograptus ramosus* Manck, 1923, del Llandovery de Alemania.

#### ***Diversograptus? pergracilis* (Bouček, 1931)**

(Fig. 17.4a)

- \*1931 *Monograptus pergracilis* Bouček; p. 302, Fig. 10b.

- .1953 *Diversograptus capillaris pergracilis* (Bouček); Bouček & Příbyl, pp. 500-502; Figs. 2.1-2.6; Lám. 1, fig. 4.
- ?1955 *Diversograptus inconspicuus* cf. *pergracilis* (Bouček); Redlin (mapa en Walter, 1977).
- .1994 *Torquigraptus pergracilis*? (Bouček); Zalasiewicz, pp. 391-392; Figs. 6A-I.
- .2006 *Diversograptus*? *pergracilis* (Bouček); Loydell & Nestor, pp. 614-617; Figs. 12a-g.
- .2009 *Diversograptus*? *pergracilis* (Bouček); Loydell *et al.*, Fig. 4l.
- .2009 *Torquigraptus pergracilis* (Bouček); Zalasiewicz *et al.*, p. 819, Figs. 16, 284.
- .2013 *Diversograptus*? *pergracilis* (Bouček); Zhang *et al.*, pp. 137-138; Figs. 6A-C, O, S-U, 8A-C, E, H-I, M-Q.

*Observaciones:* El material centroibérico de la especie consiste en fragmentos de estipes muy finos, de 0,3 mm de anchura máxima, que permiten distinguirlos de los de la especie precedente. No se han observado cladias tecaes.

De acuerdo con los trabajos consultados, la adscripción genérica de la especie es dudosa, porque en material bien conservado se ha visto que las metatecas presentan un cierto grado de torsión, en cierto modo similar a la del género *Torquigraptus*. Sin embargo, la presencia de cladia tecaes en el material centroeuropeo resulta contradictoria con la asimilación a este género.

*Distribución:* En la zona de estudio *D.?* *pergracilis* se conoce únicamente en la sección de Corral de Calatrava, donde según Loydell *et al.* (2009) se extiende desde la parte alta de la Biozona de *M. crenulata* hasta la parte baja de la Biozona de *C. lapworthi*, del Telychiense. La distribución general de la especie en otras áreas abarca las Biozonas de *O. spiralis* y *C. lapworthi*, aunque sus representantes más antiguos podrían situarse en las Biozonas de *S. crispus* o *M. griestoniensis*.

### ***Diversograptus ramosus* Manck, 1923**

(Fig. 17.4b; Lám. 1, fig. 5; Lám. 21, figs. 1-5, 7-8, 10-12, 14)

- \*1923 *Diversograptus ramosus* Manck; pp. 283-285; Figs. 1.3, 1.4, 1.6, 1.7.
- 1953 *Diversograptus ramosus* Manck; Bouček & Příbyl, pp. 489-493; Figs. 1.6-1.12; Lám. 2, figs. 1-4; lám 3, fig. 1.
- cf.v.1989 *Monograptus* cf. *sartorius* Törnquist, 1881; Rodríguez-Núñez *et al.*, pp. 92, 93.
- v.non1990 *Diversograptus* cf. *ramosus* Manck; Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60.
- .2006 *Diversograptus ramosus* Manck; Loydell & Nestor, pp. 608-614; Figs. 11a-c.
- v.2009 *Diversograptus ramosus* Manck; Loydell *et al.*, Fig. 4j.

*Observaciones:* El material estudiado incluye numerosos fragmentos del radosoma con escasas regiones proximales, que rara vez conservan el cladio sicular. En cambio, la presencia de cladia tecaes, aunque fragmentarias, es relativamente frecuente a partir del procladio principal. Los estipes son delgados, con un máximo de 0,6 mm de anchura

dorsoventral. Su trazado varía desde rectilíneo a suavemente arqueado, tanto en sentido dorsal como ventral. Las tecas son triangulares alargadas, con una abertura ligeramente expandida, dando un falso aspecto ganchudo. El número de tecas varía de 6-8 en 10 mm.

*Distribución:* Nuestro material procede de los materiales del Telychiense superior, esencialmente de la Biozona de *O. spiralis*. Su registro más antiguo se sitúa en la parte más alta de la Biozona de *M. crenulata*, y su representación culmina de manera esporádica en la Biozona de *C. lapworthi*. Las localidades de hallazgo se sitúan en las secciones de Guadarranque (PS-4), Corral de Calatrava (niveles CO-12, CO-15, CO-16), Valdeazogues (nivel PT VAZ-14) y Estación de Belalcazar (nivel EB-3A). En el resto del mundo, *D. ramosus* abunda en la Biozona de *O. spiralis* y es raro en la Biozona de *C. lapworthi*.

### **Género *Barrandeograptus* Bouček, 1933**

Especie tipo: *Cyrtograptus pulchellus* Tullberg, 1883, del Silúrico de Scania, Suecia.

#### ***Barrandeograptus bornholmensis* (Laursen, 1940)**

- ?\*1940 *Cyrtograptus bornholmensis* Laursen; pp. 30, 35-36; Lám. 3, fig. 1-4.
- ? 1975 *Barrandeograptus? bornholmensis* (Laursen); Bjerreskov, p. 89; Fig. 27 B.
- .2009 *Barrandeograptus bornholmensis* (Laursen); Loydell *et al.*, p. 189.

*Observaciones:* El único posible registro de esta especie se sitúa en la parte media de la Biozona de *Oktavites spiralis* de Corral de Calatrava (Loydell *et al.*, 2009), a partir de uno o varios ejemplares no revisados en este trabajo. Según Bjerreskov (1975) la especie se distingue de *B. pulchellus* en su rabdosoma mucho más fino, con cladia de hasta tercer orden.

*Distribución:* *B. bornholmensis* inicia su registro en la Biozona de *O. spiralis* del Telychiense y pervive hasta la Biozona de *C. murchisoni* del Sheinwoodiense.

#### ***Barrandeograptus cf. pulchellus* (Tullberg, 1883)**

- cf\*1883 *Cyrtograptus pulchellus* Tullberg; pp. 36-37; Lám. 3, fig. 12-13.
- cf.1952 *Barrandeograptus pulchellus* (Tullberg); Bouček & Příbyl, pp. 19- 20 (pars); Figs. 5a-b?; Lám. 3, fig. 3; Lám. 4, figs. 1,2-3?.
- ?1960 *Cyrtograptus (Barrandeograptus) pulchellus*, Tullb.; Hernández Sampelayo, p. 24.
- ?1971b *Cyrtograptus (Barrandeograptus) pulchellus* Tullberg; Saupé, p. 362.
- cf.1975 *Barrandeograptus pulchellus* (Tullberg), Bjerreskov, pp. 88-89; Figs. 27C-D; Lám. 13, fig. E.
- cf.1989 *Barrandeograptus pulchellus* (Tullberg); Rodríguez Núñez *et al.*, p. 94.
- 1990 *Barrandeograptus cf. pulchellus* (Tullb.); Pieren & Gutiérrez-Marco, p. 60.

?2009 *Barrandeograptus* sp., Loydell *et al.*, Fig. 4u.

*Observaciones:* El material corresponde a fragmentos de estipes con anchura dorsoventral superior a 0,5 mm, y tecas con aberturas ligera a marcadamente aisladas. Aunque ambos detalles resultan insuficientes para una asignación específica, *Barrandeograptus pulchellus* ha sido citado por diversos autores en la Zona Centroibérica.

*Distribución:* Nuestros ejemplares proceden de la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni*, de la parte más baja del Sheinwoodiense, en las secciones de Corral de Calatrava (nivel CO-18) y Almadén (nivel AL AM-3). Algunos fragmentos dudosos de *Barrandeograptus* parecen estar representados también en horizontes más elevados (Biozona de *M. belophorus*-*C. rigidus*) del corte del Guadarranque (nivel PN-2) y Herrera del Duque; aunque alternativamente podrían corresponder a fragmentos de *Cyrtograptus*.

### **Género *Cyrtograptus* Carruthers, 1867**

Especie tipo: *Cyrtograptus Murchisonii* Carruthers, 1867, del Wenlock del distrito de Builth, Gales central.

### ***Cyrtograptus* cf. *ellesae* Gortani, 1923**

(Lám. 22, fig. 13)

- cf.1900 *Cyrtograptus rigidus*, Tullb.; Elles, p.409; Fig. 23; Lám. 24, fig. 2A-C.
- cf.\*1923a *Cyrtograptus ellesi*; Gortani, p. 61.
- cf.1994 *Cyrtograptus ellesae*; Štorch, Fig. 7f..
- non1998 *Cyrtograptus ellesae*; Štorch *et al.*, pp. 321, 322.
- cf.2004 *Cyrtograptus ellesae* Gortani; Williams & Zalasiewicz, pp. 236-237, 239; Figs. 6A-M.

*Observaciones:* Relacionamos con esta especie un ejemplar procedente de la Biozona de *C. ramosus*-*C. perneri* de la sección Chillón oeste (horizonte CHW-9), que difiere de *C. perneri* por poseer un procladio delgado y levemente curvado antes de la aparición del único cladio, en lugar del procladio fuertemente curvado de esta última. *C. ellesae* y *C. perneri* han sido confundidas en ocasiones, pero Williams & Zalasiewicz (2004) establecieron nuevos criterios para su diferenciación, que son los que aquí hemos seguido. El material de Corral de Calatrava citado por Štorch *et al.* (1998) como *C. ellesae*, corresponde definitivamente a *C. perneri* (ver observaciones a esta especie).

*Distribución:* El ejemplar procede de la Biozona de *C. ramosus*-*C. perneri* del Sheinwoodiense terminal, procedente del sinclinal de Guadalmez (del nivel CHW-9 de la sección de Chillón oeste) una edad equivalente a la del registro más común del autentico *C. ellesae*, que puede proseguir su registro hasta la Biozona de *C. lundgreni* del Homeriense basal.

### ***Cyrtograptus hamatus* (Baily, 1861)**

- \*1861 *Graptolithus hamatus* Baily; p. 305; Lám. 4, figs. 6A-B.
- 1914 *Cyrtograptus hamatus* (Baily); Elles & Wood, p. 510; Fig. 356; Lám. 52, fig. 3.
- non1997a *Cyrtograptus hamatus* (Baily); Gutiérrez-Marco *et al.*, p. 132; Figs. 2c-d.
- 1998 *Cyrtograptus hamatus* (Baily); Štorch *et al.*, p. 322.
- 2004 *Cyrtograptus hamatus* (Baily); Willians & Zalasiewicz, p. 239; Fig. 7F.

*Observaciones:* Entre nuestro material relacionamos con la especie varios fragmentos con cladio en conexión, así como restos de cladia, de aspecto muy tenue y cuyas tecas presentan escaso solapamiento e incluso con tendencia al aislamiento distal. *C. hamatus*

se caracteriza por un procladio fuertemente recurvado en la región proximal, del que parte un solo cladio. Las tecas proximales son ganchudas, de 6-8 en 10 mm, y pasan a ser tubulares distalmente tanto en el procladio como en el cladio.

*Distribución:* *C. hamatus* es una forma conocida en la parte alta de la Biozona de *C. lundgreni*, Homeriense basal, de diversas localidades europeas y asiáticas. En la zona de estudio, se identifica en niveles asignables a la Biozona de *C. lundgreni* de la sección de Corral de Calatrava (niveles CO-28 y 29), aunque también podría estar representado en las secciones de Puente Morena (nivel CC JA-8), Herrera del Duque (cf. HD-H) y Almadén (cf. AL AV-4).

### ***Cyrtograptus lapworthi* Tullberg, 1883**

(Fig. 18.4a)

- \*1883 *Cyrtograptus Lapworthi* Tullberg, p. 36; Lám. 3, figs. 8-11.
- 1975 *Cyrtograptus Lapworthi* Tullberg; Bjerreskov, pp. 85-86; Lám. 13, fig. C.
- v.non1989 *Cyrtograptus lapworthi* Tullberg n. subsp.; Rodríguez-Núñez *et al.*, p. 92; Lám. 2, fig. 8.
- non1990 *Cyrtograptus* cf. *lapworthi* Tullb.; Pieren y Gutiérrez Marco, p. 60.
- 2009 *Cyrtograptus lapworthi* Tullberg; Loydell *et al.*, Fig. 6h.

*Observaciones:* *C. lapworthi* es una de las especies más antiguas del género caracterizada por una a dos cladia y un procladio con una curvatura dorsal, abierta y uniforme desde su extremo dorsal.

*Distribución:* Biozonas de *Oktavites spiralis* y *Cyrtograptus lapworthi*, del Telychiense superior, de las secciones de Corral de Calatrava (nivel CO-17) y Retamar (PT RE-11 y cf. PT RE-11/W). En el resto del mundo *C. lapworthi* es común en la parte alta del Telychiense, donde a menudo designa una biozona homónima.

### ***Cyrtograptus* cf. *lundgreni* Tullberg, 1883**

(Lám. 22, figs. 2, 4-5, 7)

- cf.\*1883 *Cyrtograptus Lundgreni* Tullberg; p. 39; Lám. 3, figs. 18-24.



- v1997a *Cyrtograptus hamatus* (Baily); Gutiérrez-Marco *et al.*, p. 132; Figs. 2c-d.  
 1989 *Cyrtograptus* cf. *lundgreni* Tullberg; Olivé Davó *et al.*, p. 43.  
 cf.1990 *Cyrtograptus lundgreni* Tullberg; Tomczyk *et al.*, p. 318; Lám. 177, figs. 6-7; Lám. 180, ?figs. 3a-3b; Lám. 183, ?figs. 1a-1b.  
 cf.2004 *Cyrtograptus lundgreni* Tullberg; Willians & Zalasiewicz, pp. 241, 243-244, 246; Figs. 8A-J.  
 v2005b *Cyrtograptus lundgreni* Tullberg; Lorenzo *et al.*, p. 41.

*Observaciones:* Nuestro material corresponde únicamente a fragmentos de rabdosomas con uno de los hasta 3 cladia conocidos en la especie. Sus características tecaes, dimensiones y la curvatura arqueada de una amplia porción del procladio coinciden con las de la especie, además de aparecer en unos niveles estratigráficos elevados en la sucesión. Estos factores justifican su identificación tentativa como *C. lundgreni*.

*Distribución:* Posible Biozona *C. lundgreni*, de la base del Homerense, en las secciones de la estación de Chillón oeste (niveles CHW-14, 19, 20, 21, 25 y 30), Retamar (nivel PT RE-17) y Zarza de Alange.

### ***Cyrtograptus* cf. *murchisoni* Carruthers, 1867**

- cf\*1867 *Cyrtograptus Murchisonii* Carruthers; p. 540; Fig. 1.  
 ?1982 *Cyrtograptus* sp. indet. ex gr. *murchisoni* (Carruthers); Ballestra *et al.*, p. 62.  
 1994 *Cyrtograptus murchisoni* Carruthers; Loydell and Cave, pp. 437-441; Figs. 1B, 2, 3C, 4G-J.  
 non1998 *Cyrtograptus* cf. *murchisoni* Carruthers; Štorch *et al.*, p. 321.  
 cf.2004 *Cyrtograptus murchisoni* Carruthers; Willians & Zalasiewicz, pp 246-248; Figs. 9A-N.

*Observaciones:* El escaso material relacionado con la especie corresponde a fragmentos de procladia anchos, de fuerte curvatura dorsal y tecas triangulares, desconectados de cualquier tipo de cladia de primer o segundo orden.

La forma identificada como *Cyrtograptus* cf. *murchisoni* por Štorch *et al.* (1998) fue revisada posteriormente por Loydell *et al.* (2009) como *Cyrtograptus* sp.

*Distribución:* *C. cf. murchisoni* esta representado en la zona de Almadén (niveles AL AM-3 y AL AM s/n) dentro de materiales atribuidos indirectamente a su biozona nominal, en la parte más baja del Sheinwoodiense. Fuera del área de estudio, *C. murchisoni* es una especie prácticamente cosmopolita en la biozona de su mismo nombre, del Sheinwoodiense inferior.

### ***Cyrtograptus perneri* Bouček, 1933**

(Lám. 22, figs. 14-15, 18)

- \*1933 *Cyrtograptus perneri* Bouček, p.44; Figs. 8e-h; Lám. 5, figs. 1-6.  
 ?1990 *Cyrtograptus* cf. *lapworthi* Tullb.; Pieren y Gutiérrez Marco, p. 60.

- 1990 *Cyrtograptus perneri* Bouček; Tomczyk *et al.*, p. 319; Lám. 177, fig. 8?; Lám. 180, figs. 1a-1b, 2.
- 1991 *Cyrtograptus perneri* Bouček; Lenz and Melchin, p. 234; Figs. 19A-C, E-F.
- v1998 *Cyrtograptus ellesae* Gortani; Štorch *et al.*, pp. 321, 322.
- 2009 *Cyrtograptus perneri* Bouček; Williams & Zalasiewicz, pp. 248, 250-251; Figs. 10A-P.
- .2012 *Cyrtograptus perneri* Bouček; Lenz *et al.*, p. 32; Lám. 17, figs. 1-14; Lám. 23, figs. 1, 2, 4; Text-figs. 15.6, 15.7.

*Observaciones:* El material estudiado comprende esencialmente fragmentos mesiales de rabdosomas con el cladio en conexión, donde se reconoce la curvatura característica del procladio y el polimorfismo tecal frente al cladio, además de las dimensiones típicas de la especie. Esta se caracteriza por un tener un solo cladio que surge entre las tecas 8-14 del procladio. Éste está curvado dorsalmente hasta el nivel de las tecas 1-7 después del punto de origen del cladio, sufriendo luego una fuerte torsión para pasar a ser esencialmente rectilíneo. Las tecas proximales y mesiales del cladio son triangulares y ganchudas; las tecas distales y las del cladio son mucho más simples y con ganchos metatecales cortos.

*Distribución:* Dentro de la zona estudiada, *C. perneri* se registra en la Biozona de *C. ramosus*-*C. perneri*, del Sheinwoodiense tardío, y se extiende a una Biozona de *C. lundgreni*? insuficientemente caracterizada, ya dentro del Homeriense. Como ejemplo de localidades tenemos las secciones de Guadarranque-Cijara (punto 81-Ci-9), Corral de Calatrava (niveles CO-27, CO-27 plus y CO-29), Herrera del Duque (cf. HD-F), Almadén (cf. Loc. 1), Chillón oeste (cf. niveles CHW-15 a 18 y CHW-23) y Retamar (PT RE-13, cf. PT RE-15, ?PT RE-19 y cf. PT RE-22). Esta misma distribución biostratigráfica (Biozonas *C. ramosus* o *C. ellesae* a *C. lundgreni*) es conocida en otros registros europeos y americanos de la especie.

### ***Cyrtograptus ramosus* Bouček, 1931**

(Lám. 22, figs. 8-9, 11-12, 16-17)

- \*1931 *Cyrtograptus ramosus* Bouček; p. 9.
- 1933 *Cyrtograptus ramosus*, Bouček; Bouček, p. 54; Figs. 11a-c, 12.
- v.1989 *Cyrtograptus lapworthi* Tullberg n. subsp.; Rodríguez-Núñez *et al.*, p. 92; Lám. 2, fig. 8.
- 1998 *Cyrtograptus ramosus* Bouček; Štorch *et al.*, p. 321.
- 2004 *Cyrtograptus ramosus* Bouček; Williams & Zalasiewicz, pp. 251-253; Figs. 11A-D.

*Observaciones:* El material estudiado consiste en fragmentos de rabdosoma carentes de la región proximal del procladio, que sin embargo presenta una curvatura bastante uniforme con las 3-6 primeras cladias. Estas se hallan separadas entre sí por 3-4 tecas del procladio. Las cladias de algunos ejemplares tienen un aspecto robusto, con tecas más tubulares y con ganchos metatecales más cortos que los del procladio. En algunos ejemplares el procladio muestra distalmente una torsión dorsoventral.

Las características generales de nuestro material son muy próximas a las de la especie nominal, que entre otras difiere de *C. mancki* Bouček por la mayor separación entre cladia sucesivas. *C. ramosus* se caracteriza por tener un procladio con curvatura planoespiral hasta la teca 35-40, con diámetro de aproximadamente 10 a 12 mm. La curvatura del procladio decrece distalmente, y alcanza 13 cladias separadas por 3-5 tecas.

Un ejemplar identificado como *C. cf. ramosus* (Lám. 22, fig. 9) difiere del resto de los ejemplares por las irregularidades en la ramificación, con un cladio distal más separado que las cladia precedentes.

*Distribución:* En nuestras localidades *C. ramosus* se restringe a la biozona *C. ramosus-C. perneri* del Sheinwoodiense terminal, en las secciones de Guadarranque (nivel PS-10), Corral de Calatrava (niveles CO-27 cf. y CO-27bis), Retamar (nivel PT RE-13) y, con dudas, en Chillón (cf. CHW-8). El registro mundial de la especie, conocida en Europa, y con dudas en Asia y África, se limita a la Biozona *C. ramosus-C. perneri* o equivalentes, aunque su última aparición se da localmente en el Homeriense basal (Biozona *C. lundgreni*).

### ***Cyrtograptus rigidus* Tullberg, 1883**

(Lám. 22, figs. 3, 6, 10)

- \*1883 *Cyrtograptus rigidus* Tullberg; p. 38; Lám. 4, figs. 12-14.
- 1914 *Cyrtograptus symmetricus*, Elles & Wood, p. 509; Lám. 51, figs. 5a-c.
- 1975 *Cyrtograptus rigidus* Tullberg; Berry and Murphy, p. 89; Fig. 22a; Lám. 13, fig. 3.
- ?1985 *Cyrtograptus symmetricus* (Elles); Pieren, p. 169.
- .1985 *Cyrtograptus symmetricus* Elles; Olivé Davó *et al.*, p. 42.
- 1989 *Cyrtograptus* sp. aff. *rigidus* Tullberg; Rodríguez Núñez *et al.*, p. 92.
- 1994a *Cyrtograptus rigidus* Tullberg; Štorch, Fig. 7g.
- 2004 *Cyrtograptus rigidus* Tullberg; Williams & Zalasiewicz, pp. 253, 255-258; Figs. 12A-Z.

*Observaciones:* Los ejemplares asignados a la especie recuerdan a *C. perneri* pero presentan un radosoma más robusto, además de proceder de horizontes estratigráficos más antiguos. Por el contrario, concuerdan bien con *C. rigidus*, de cuyo procladio parte un único cladio que surge entre las tecas 5-8. El procladio está curvado dorsalmente hasta el nivel de las tecas 1-5 después del origen del cladio, y luego sufre una fuerte torsión para pasar a ser esencialmente rectilíneo, alcanzando una anchura dorsoventral máxima de 1,3-1,5 mm. Las tecas proximales y mesiales son triangulares y con procesos laterales; las tecas distales y las del cladio resultan algo más simples y tienen ganchos metatecales cortos. En nuestro material no se observa ningún cladio de segundo orden, que excepcionalmente puede desarrollarse en *C. rigidus*.

*Distribución:* La especie define una Biozona homónima en el Sheinwoodiense tardío, que registra diferentes definiciones en localidades europeas, o se combina en una Biozona *Monograptus belophorus-Cyrtograptus rigidus* de carácter más cosmopolita. En la zona de estudio su presencia ha sido registrada en la sección de Herrera del Duque

(nivel HD-H, posterior al registro de *M. belophorus*) donde, además, los fragmentos de *Cyrtograptus* encontrados en niveles previos (HD-D y E) podrían pertenecer a la especie. *C. cf. rigidus* aparecen también en localidades aisladas de los sinclinales de Cáceres, Guadarranque y Monfragüe.

***Cyrtograptus?* n. sp. aff. *insectus* Bouček, 1931**

(Fig. 18.4b; Lám. 22, fig. 1)

1998 *Cyrtograptus insectus* Bouček; Štorch *et al.*, p. 321.

2000 *Cyrtograptus* sp. nov.; Lüning *et al.*, Lám. 1, figs. v, w.

2009a *Cyrtograptus cf. insectus* Bouček; Matas González *et al.*, p. 38.

2009 *Cyrtograptus?* sp. nov.; Loydell *et al.*, p. 193; Figs. 6g, i.

*Observaciones:* Bajo este nombre identificamos algunos fragmentos proximales que recuerdan por su enrollamiento y la morfología de sus tecas a *C. insectus*, representado en materiales de edad similar de otras localidades europeas. Sin embargo, el material ibérico difiere de la forma bohémica en una mayor componente de enrollamiento helicoidal, que se traduce en la torsión del estipe hacia las 10-14 tecas contadas a partir de la sícula. Tampoco existen evidencias de la emisión de cladia, por lo que su identidad genérica resulta dudosa.

*Distribución:* Biozona de *C. lapworthi* (Telychiense superior) en la sección de Corral de Calatrava (nivel CO-16 y techo de la Biozona en Loydell *et al.*, 2009). Material marroquí coespecífico ha sido señalado en la Biozona de *Cyrtograptus centrifugus* del Anti-Atlas (Lüning *et al.*, 2000), por encima de la anterior.

***Cyrtograptus?* sp.**

*Observaciones:* Entre las referencias hechas al género por autores previos en la región surcentroibérica, destacan las revisiones que hemos hecho constar en las sinonimias de *C. perneri* Bouček, *C. ramosus* Bouček y *C. rigidus* Tullberg. Hernández Sampelayo (1960, Lám. 9; figs. 63, 63a) fue el primero que ilustró ejemplares mal conservados de *Cyrtograptus* sp. en la zona de estudio (yacimiento de Almadén). Por su parte, Henke y Hundt (1926), ya lo habían citado en Almadén, a través de una especie discutible (*Cyrtograptus attenuatus* Eisel) que, de acuerdo con Bouček (1933), no pertenece a este género. El material original de dicho trabajo tampoco fue reencontrado por Haberfelner (1931) y no fue revisado si bien el resto de la asociación pertenece claramente al Telychiense.

**MONOGRAPTIDAE GEN. ET SPP. INDET.**

Bajo esta denominación reunimos diversos taxones citados por autores precedentes en la región surcentroibérica, que fueron asignados originalmente a los géneros *Monograptus*, *Pristiograptus* o *Demirastrites*, pero que en la actualidad se adscriben a géneros no identificados por nosotros en ninguno de los yacimientos estudiados en el presente

trabajo. En general, se advierte que un grupo de especies corresponde a formas del Aeroniense (géneros *Coronograptus*, *Demirastrites*, *Neolagarograptus* y *Pribylograptus*) y otro a taxones del Ludlow y Pridoli (géneros *Bohemograptus*, *Colonograptus*, *Crinitograptus*, *Cucullograptus*, *Istrograptus*, *Neodiversograptus* y *Uncinograptus*).

Por otra parte, otro numeroso grupo de especies en la literatura geológica regional pero cuestionadas por nosotros a partir de los datos obtenidos en los yacimientos estudiados se han agrupado en nomenclatura abierta en algunos de los géneros precedentes (non *Campograptus* spp., *Cyrtograptus*? sp., *Monoclimacis* spp., *Monograptus*? spp., *Pristiograptus*? spp., *Rastrites* spp., *Saetrograptus*? spp., *Stimulograptus*? sp., *Streptograptus*? spp. y *Torquigraptus*? spp.).

### **“*Coronograptus gregarius* (Lapworth, 1876)”**

- non1926 *Monograptus gregarius* Lapw.; Hernández Sampelayo p. 438.
- non1931 *Monograptus gregarius* Lapw.; Haberfelner, pp. 51-52; Lám. 1, figs. 15a, b (Trad. B. Meléndez, 1952; pp. 77-79; Figs. 15a-b).
- non1960 *Monograptus gregarius*, Lapw.; Hernández Sampelayo, pp. 15, 25, 44,; Lám. 2, fig. 1; Lám. 9, fig. 1a.
- non1960 *Monograptus* aff. *gregarius*, Lapw.; Hernández Sampelayo, pp. 24, 45.
- ?1961 *Monograptus gregarius*; Márquez Triguero, p. 194.

Observaciones: La especie tipo del género *Coronograptus* Obut & Soboleskaya, 1968, aparece citada en diversas localidades de Almadén, Guadalmez y Sierra Morena Oriental, pero todas las formas ilustradas corresponden a fragmentos de radosomas cuya morfología tecal es muy distinta de la de *C. gregarius*. Esta especie se extiende desde el Rhuddaniense medio hasta el Aeroniense terminal, pero su primera cita en Almadén (Hernández Sampelayo, 1926) corresponde en realidad a una localidad del Ordovícico Medio (paraje de El Chorrillo), donde los *Didymograptus* pendientes se presentan muy fragmentados y tectonizados. Algunas de las estipes más alargadas por deformación fueron descritas por Hernández Sampelayo (1926) como radosomas uniseriales de gran semejanza con *M. gregarius*: “muy estrechos, de hidrotecas en forma de sierra y apenas recubiertas con anchura de estipa de menos de 1 mm., 10 a 12 tecas por cada 10 mm. y de un solapado inferior a un tercio”.

### **“*Demirastrites triangulatus* (Harkness, 1851)”**

- non1960 *Monograptus raitzhainiensis*, Eisel; Hernández Sampelayo, Lám. 6, fig. 39.
- non1960 *Monograptus triangulatus*, Hark; Hernández Sampelayo, p. 44.
- non1990 *Monograptus raitzhainiensis* (Eisel) –sic–; Rodríguez Pevida *et al.* p. 19.

Observaciones: La presencia de posibles representantes del género *Demirastrites* Eisel, 1912 en la región surcentroibérica, se limita a los sinclinales de Almadén y Guadalmez, donde fue citada la especie tipo del género y su sinónimo posterior “*Monograptus*” *raitzhainiensis* Eisel (sensu Elles & Wood, 1913), distribuidos ambos en el Aeroniense

inferior. El ejemplar ilustrado por Hernández Sampelayo (1960, Lám. 6, fig. 39) podría adscribirse a los géneros *Lituigraptus* u *Oktavites*, en tanto que la forma mencionada por Rodríguez Pevida *et al.* (1990) se inserta en un contexto de mezcla de formas aaronienses y telychienses, que introduce serias dudas sobre el reconocimiento de la especie.

Una segunda forma adscrita al género, *Demirastrites decipiens* (Törnquist), fue citada por Corretgé & García de Figuerola (1971) en el sinclinal de Monfragüe (Cáceres), pero no ha sido corroborada por nosotros y algunos autores la relacionan tentativamente con el género *Torquigraptus* (Zalasiewicz *et al.*, 2009).

### **“*Neolagarograptus tenuis* (Portlock, 1843)”**

non1960 *Monograptus tenuis*, (Portl.); Hernández Sampelayo, p. 16; Lám. 2, fig. 11.

non1970 *Monograptus tenius* -sic- Portlock; Gil Cid *et al.*, p. 289; Lám. 4, fig. 8.

Observaciones: La especie tipo del género *Neolagarograptus* Štorch, 1998, característica del Aeroniense superior, ha sido citada en dos ocasiones dentro de la zona de estudio. La primera mención corresponde al yacimiento de Almadén donde Hernández Sampelayo (1960) ilustra un fragmento de rabdosoma con leve curvatura dorsal y poco más de tres tecas. El ejemplar es insuficiente para caracterizar la especie, en niveles de clara edad Telychiense.

La segunda cita de la especie es menos problemática, pues Gil Cid (1970) identificó erróneamente un fragmento de un didymograptido birramoso del yacimiento de Ventas con Peña Aguilera (Toledo, Ordovícico Medio) con este graptolito uniserial del Silúrico (Gutiérrez-Marco, 1986).

### **“*Pribylograptus*” spp.**

non1926 *Monograptus leptotheca*, Lapw. (var. *almadenensis* s. p.); Hernández Sampelayo, p. 437; fig. 3.

non1960 *Monograptus incommodus*, Törnq.; Hernández Sampelayo, p. 16; Lám. 2, fig. 10.

non1960 *Monograptus argutus*, Lapw.; Hernández Sampelayo, p. 19; Lám. 2, figs. 12, 12a.

non?1971 *Pristiograptus incommodus* (Törnq); Corretgé & García de Figuerola, p. 187.

non?1990 *Monograptus incommodus* (Törnquist); Rodríguez Pevida *et al.*, p. 19.

Observaciones: La presencia del género *Pribylograptus* Obut & Sobolevskaya, 1966 ha sido señalada en la zona de estudio a través de diversas especies del Rhuddaniense-Aeroniense, nunca corroboradas por nosotros.

En el caso de *Pribylograptus leptotheca* (Lapworth, 1876), su única referencia corresponde a un yacimiento con graptolitos ordovícicos localizado inmediatamente al sur de Almadén (paraje de El Chorrillo). La fotografía aportada por Hernández

Sampelayo (1926, fig. 3), junto con la descripción de una posible “variedad *almadenensis*”, pertenece claramente a una estipe deformada de *Didymograptus* (Gutiérrez-Marco, 1986).

Otros trabajos relacionaron con *P. argutus* (Lapworth, 1876) o con *P. incommodus* (Törnquist, 1899) diversos fragmentos de estipes con tecas simples, donde no se aprecian elementos diagnósticos del género, procedentes de los sinclinales de Almadén, Guadalmez y Monfragüe, en yacimientos que muy probablemente tienen una edad Telychiense.

Por último, la especie *P. sandersoni* (Lapworth, 1876) aparece citada en el informe minero acompañante a una cartografía geológica realizada en 1977 por la compañía C.G.S. para MAYASA (Coullaut *et al.*, 1977). Su asociación con *Stimulograptus halli* (Barrande) en la muestra 190 y la posición estratigráfica de la localidad, plantean serias dudas sobre la identificación de *P. sandersoni*, una forma del Rhuddaniense y Aeroniense basal, inusualmente antigua como para pervivir en niveles del Telychiense.

### **“*Bohemograptus bohemicus* (Barrande, 1850)”**

?1962 *Monograptus bohemicus*, Barr.; Almela *et al.*, pp. 218, 241.

*Observaciones:* Esta especie tan característica del Ludlow fue citada por Almela *et al.* (1962) en un yacimiento del flanco norte del sinclinal de Almadén que no ha sido revisado. La asociación comprende *N. nilssoni* (Lapworth) y *P. dubius* (Suess), lo que hace consistente que pudiera tratarse de una localidad del Gorstense basal.

### **“*Crinitograptus crinitus* (Wood, 1900)”?**

non1962 *Monograptus crinitus*?, Wood; Almela *et al.*, pp. 219, 246.

*Observaciones:* La única posible cita de la especie tipo del género *Crinitograptus* Rickards, 1995 en la zona de estudio fue efectuada por Almela *et al.* (1962) en una localidad del sinclinal de Guadalmez. La asociación comprende *Neodiversograptus nilssoni* (Lapworth) y *Cucullograptus (Lobograptus) scanicus* (Tullberg, 1883), lo que en principio con una edad Gorstense basal. Sin embargo, la revisión de esta localidad enclavada al noroeste del Cerro Gregorio ha revelado que dicho nivel corresponde en realidad al Telychiense y que los graptolitos anteriores fueron confundidos muy probablemente, con taxones similares de tecas pristiograptidas.

### **“*Cucullograptus (Lobograptus) scanicus* (Tullberg, 1883)”**

non1962 *Monograptus scanicus*, Tull.; Almela *et al.*, pp. 219, 246.

*Observaciones:* Esta especie fue citada en el sinclinal de Guadalmez junto a *Neodiversograptus nilssoni* (Lapworth) y *Crinitograptus crinitus* (Wood), en un yacimiento de probable edad Gorstense (localidad 68 de Almela *et al.*, 1962) que ha

sido revisado como Telychiense. En consecuencia, la única referencia a esta especie en el área estudiada carece de credibilidad.

### **“*Istrograptus transgrediens* (Perner, 1899)”**

?1976 *Pristiograptus transgrediens praecipuus* Prib.; Gil Cid *et al.*, p. 26.

*Observaciones:* Gil Cid *et al.* (1976) refieren el hallazgo de “*P.*” *transgrediens praecipuus* en su asociación graptolítica superior del sinclinal de Guadarranque, donde está acompañado por *Monograptus uncinatus uncinatus* Tullberg, en un horizonte que atribuyen al Ludlow inferior. En la actualidad se considera a *Istrograptus transgrediens praecipuus* (Přibyl) como un sinónimo posterior (una forma juvenil) de la especie tipo del género *Istrograptus* Tsegeljuk, 1976, *I. transgrediens transgrediens* (Perner, 1899), cuyo rango estratigráfico se sitúa en el Pridoli terminal (Teller, 1997).

En el presente trabajo no hemos podido revisar el material original del trabajo de Gil Cid *et al.* (1976), aparentemente conservado en la colección portuguesa de C. Romariz, ni reencontrar su localidad de procedencia, que los autores no detallan. La revisión estratigráfica de la sucesión silúrica en la misma sección (Rodríguez Núñez *et al.*, 1989) permite asimilar el miembro superior de la Formación Guadarranque con la “Alternancia rítmica superior” de Gil Cid *et al.* (1976), pero los graptolitos encontrados en la misma posición son claramente del Wenlock, dado que la sucesión completa no llega a alcanzar el Pridoli.

### **“*Neodiversograptus nilssoni* (Lapworth, 1876)”**

?1875a *Monograptus Nilssoni*, Barr.; Mallada, pp. 35-36; Lám. 7, figs. 1-3, 3a, 4, 4a (= Geinitz, 1852; Lám. 2, figs. 17, 18, 24a, 24b, 31a, 31b).

?1875b *Monograptus Nilssoni*, Barr.?/Lapworth; Mallada, p. 96.

non1876 *Monograptus Nilssoni*, Barr.; Egozcue & Mallada, p.142.

non1880 *Monograptus Nilsoni*, Barr. sp.; Cortázar, p. 23.

non1916 *Monograptus Nilsoni* Barr; Gómez de Llarena, p. 52.

non1926 *Monograptus Nilssoni* Barr; Hernández Sampelayo *et al.*, p. 32.

non 1926 *Monograptus nilssoni* Lapworth; Henke & Hundt, Lám. 1, fig. 4 (Trad. B. Meléndez, 1952; pp. 32, 38; Lám. 3 (1), fig. 4).

pp?1962 *Monograptus nilssoni*, Lapworth; Almela *et al.*, pp. 213, 218, 219, 241, 246.

non1971 *Monograptus nilssoni* Barr; Arribas *et al.*, p. 12.

*Observaciones:* La presencia de la especie tipo del género *Neodiversograptus* Urbanek, 1963 en la zona estudiada, es problemática y en su mayoría cuestionable. Sus primeros hallazgos en el siglo XIX y principios del XX corresponden a formas mal conservadas, recogidas en niveles del Llandovery, Haberfelner (1931) compara el ejemplar ilustrado por Henke & Hundt (1926) con un graptolito que le recuerda a su “*Monograptus concinnus*”, una especie aeroniense del género *Pristiograptus*.

Almela *et al.* (1962) citan “*Monograptus*” *nilssoni* en dos yacimientos de posible edad Gorstienne próximos a Almadén. El primero de ellos (Arroyo del Minbre) no ha sido



revisado, en tanto que el segundo (Cerro Gregorio) corresponde a una localidad claramente Telychiense.

Por nuestra parte, a pesar de haber prospectado buena parte de la Zona Centroibérica meridional, nunca hemos encontrado graptolitos de la Biozona de *Neodiversograptus nilssoni*, que define el Gorstiense basal en la escala internacional. Los únicos graptolitos del Ludlow fueron caracterizados en los yacimientos de Alange (Badajoz) y Puente Quebrada (San Benito, Ciudad Real), sin poder adscribirlos a biozonas concretas.

### **“*Uncinograptus uncinatus* (Tullberg, 1883)”**

1976 *Monograptus uncinatus uncinatus* Tulb.; Gil Cid *et al.*, p. 26.

*Observaciones:* La única mención en la zona de estudio a la especie tipo del género *Uncinograptus* Tsegelnjuk, 1976, procede de un yacimiento del sinclinal de Guadarranque, donde Gil Cid *et al.* (1976) citan la especie en asociación con *I. transgrediens transgrediens* (Perner), indicativo del Pridoli terminal. Sin embargo, la localidad no ha podido ser reestudiada ni tampoco el material original del trabajo mencionado, con lo que la presencia de ambos taxones resta por confirmarse.

### **Dichograptoida? y Diplograptina? indet.**

non1960 *Leptograptus* sp.; Hernández Sampelayo; pp. 7-8; Lám. 1, fig. 1 (inferior).

non1960 *Holograptus?* sp.; Hernández Sampelayo; p. 42; Lám. 20, fig.3.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960) cita dos géneros ordovícicos en yacimientos silúricos del norte de la región de Almadén: uno multiramoso (*Holograptus* Holm) y otro birramoso (*Leptograptus* Lapworth), cuya presencia en la zona de estudio podemos rebatir gracias a sus propias ilustraciones (Fig. 12).

*Leptograptus* lo relaciona con un ejemplar de tecas rastritiformes procedente del Silúrico del Arroyo del Lápiz (norte de Gargantiel, Ciudad Real). El autor es consciente de que se trata de un género ordovícico, acantonado “en las pizarras de Hartfell”, pero por la morfología en “V” del rabdosoma deduce que se trata de una “forma compuesta” (= de dos estipes), en lugar de un monograptido sencillo. No obstante, la ilustración acompañante deja claro que corresponde a un fragmento doblado de estipe de un monograptido indeterminable. El auténtico *Leptograptus* es un nemagrátido birramoso, cuyos estipes crecen de forma horizontal ascendente en relación a la sícula y sus tecas, de morfología distintiva, nunca se abren hacia el lado cóncavo de la región proximal, al contrario del supuesto “*Leptograptus*” silúrico de Hernández Sampelayo (1960).

Por otra parte, en el yacimiento silúrico de Gargantiel (Ciudad Real), Hernández Sampelayo (1960) cita el hallazgo de “dos organismos *incaerte sedis*” (sic), que ilustra en su lám. 20, fig. 3; acompañados por *Monograptus* y *Monoclimacis*. El inferior lo asimila a un “trozo de conularia” y el superior, “reticulado”, a *Holograptus*, si bien “de admitir este género deberíamos poner en entredicho su edad *eskivaviense* (7), porque en nuestro caso parece del birkhill medio”. La ilustración acompañante (Fig. 12) no revela nada sobre su naturaleza graptolítica, pero si atendemos al factor de escala por

comparación con la “conularia” (tal vez un nautiloideo aplastado), nos encontramos posiblemente ante unas huellas de raíces o un agrietamiento de origen mineral.

En orden inverso a lo antedicho, hay que destacar que algunas formas de supuestos graptolitos silúricos centroibéricos fueron identificadas incorrectamente a partir de fragmentos de estipes de dichogrptoideos ordovícicos. Estos errores se han documentado en el yacimiento de El Chorrillo, inmediatamente al sur de Almadén (Ciudad Real: Hernández Sampelayo, 1926) y también en el yacimiento del arroyo Acebrón, al sur de Las Ventas con Peña Aguilera (Toledo: Gil Cid, 1971).

### GRAPTOLITHINA NOMINA OBLITA

En este apartado incluimos aquellos taxones nuevos, descritos por Hernández Sampelayo (1960) en el Silúrico de la región surcentroibérica, que plantean serios problemas de reconocimiento y que no han vuelto a ser utilizados por ningún otro autor. Este proceder se propone en virtud del artículo 23.9.1.1 de la Cuarta Edición del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (1999, con efecto a partir del 1 de enero de 2000), para nombres no usados después de 1899, y que sustituye a los nombres rechazados por el Artículo 23.b de ediciones anteriores del Código, por permanecer sin uso durante más de 50 años.

El hecho objetivo es que los nuevos graptolitos silúricos de Hernández Sampelayo (1960) fueron definidos en su mayoría de un modo taxonómicamente válido (con nombre, breve descripción justificativa y figura de los ejemplares tipo). Sin embargo, la mediocre calidad de las ilustraciones y su carácter excesivamente interpretativo, unido a una descripción sumaria, fuera de los cánones perfectamente establecidos en la época, impide la asignación de cualquier material adicional a estos taxones, razón por la cual proponemos su rechazo taxonómico y su consideración como *nomina oblita*.

Una dificultad adicional radica en los numerosos casos en los que Hernández Sampelayo (1960) propone nuevas denominaciones taxonómicas en las que combina “complejos” de dos o más nombres, y de las que a veces no llega a aclarar si se trata de nuevas especies, variedades de otras (tanto de especies propias como ajenas) o bien formas que él considera “transicionales” pero que carecen de validez taxonómica formal. Como ejemplo de estas confusiones citamos cuatro casos de incertidumbre taxonómica en la obra de este autor.

El primero son las extrañas combinaciones apreciadas en los nombres de monograptidos con tecas ganchudas pronunciadas (= “ancilares” o en forma de anzuelo), citados textualmente como *Monograptus ancylus* n. sp., *M. rostratus-ancylus* n. sp., *M. communis-ancylus* (e-s) y *M. convolutus-ancylus* (e. S.). En las dos últimas combinaciones la posible intención sería la de denotar formas transicionales.

El segundo caso lo forman algunos monograptidos con tecas ganchudas menos acentuadas, como *Monograptus hydrargiri* n. sp., *M. hydrargiri-rostratum* n. sp., *M. hydrargiri-rostellum* n. sp., *M. communis-hdrargiri* n. var. (?de *C. communis*?) o *M. rostratus-hdrargiri* (e. S.) (?= *M. rostratus* vel. *M. hydrargiri*?).

El tercer ejemplo lo representan ciertas formas con tecas ganchudas “rosteladas” (algo aisladas y erguidas), como *Monograptus rostellum* n. sp., *M. priodon-rostellum* n. var. y *M. lobiferus-rostellum* n. var.

Finalmente en un cuarto caso el autor llega a combinar en un mismo taxón tres denominaciones de nivel especie o variedad como ocurre con *Monograptus communis-hispanus*, aff. *rastritis*? o con *Monograptus communis-hidrargiri*, n. v. (*rastritis*). En ambos ejemplos no van acompañados por ninguna descripción en el texto que aclare el tipo de relaciones taxonómicas.

La utilización de grafías originales incorrectas para nombres compuestos, introduce una notoria incertidumbre taxonómica en las formas nuevas citadas por Hernández Sampelayo (1960); que unas veces son propuestas a nivel especie (por ejemplo, *M. rostratus-ancylus* n. sp., *M. hydrargiri-rostratum* n. sp., *M. hydrargiri-rostellum* n. sp. o *M. communis-hispanus* n. sp.) y otras como “variedad” (por ejemplo, *M. priodon-rostellum* n. var., *M. lobiferus-rostellum* n. var. o *M. communis-hidrargiri*, n. v.). De acuerdo con lo establecido por el artículo 32.5. del Código Internacional de Nomenclatura Zoológica el guión debe eliminarse en los nombres compuestos de nivel especie con lo que algunos de estos taxones resultarían en *Monograptus rostratusancylus*, *M. hydrargiirrostratum*, *M. hydrargiirrostellum* y *M. communishispanus*. Sin embargo en el resto de los nombres compuestos ya citados, la intención del autor sería la de crear una “variedad” nueva que, de asimilarse a una subespecie, debería tratarse como un trinomio y, por tanto, separarse en nombre aparte (*M. priodon rostellum*, *M. lobiferus rostellum* y *M. communis hydrargiri*). En otros casos las “variedades” creadas por Hernández Sampelayo (1960) sí que las trata de forma trinomial (Por ejemplo, *Dimorphograptus decussatus* var. *thecalongae*, *D. longissimus* var. *phillotecatus* o el confuso *Petalograptus palmeus*, var. *marianica*, n. sp. -sic-).

El esfuerzo por localizar los ejemplares tipo de los taxones de Hernández Sampelayo (1960), ha dado como fruto la constatación de que la mayoría del material original del trabajo citado fue destruido en el año 1992, salvo algunos ejemplares que no se corresponden con el material tipo de ninguna de las nuevas especies. Al menos hasta el año 1991, la colección del trabajo de Hernández Sampelayo (1960) se conservaba en la tercera planta del Museo Geominero del IGME (Madrid), donde había sido acomodada en cajones unos años antes por J. C. Gutiérrez-Marco. Antes de que ese autor pudiera tener la oportunidad de reestudiarla, el Director del Museo, D. Ramón Rey Jorissen, decidió vaciar de fósiles dicho espacio y deshacerse de todos los que él y el entonces conservador del museo, D. Jorge Esteban Arleguí, consideraron pobremente documentados, incluyendo la colección de graptolitos silúricos (J. C. Gutiérrez-Marco, comunicación personal, 2009). De todos modos, las deficiencias del trabajo de Hernández Sampelayo (1960) no son imputables exclusivamente a su autor, ya que el texto publicado corresponde a una compilación ajena, realizada por un becario de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid (D. Rafael Fernández-Rubio, años después catedrático de la misma). En aquel momento D. Primitivo Hernández Sampelayo padecía una enfermedad neurológica discapacitante, y falleció antes de que el trabajo fuera publicado.

El conjunto de *nomina oblita* propuesto por Hernández Sampelayo (1960) para los yacimientos del Silúrico de la región surcentroibérica se revisa a continuación. Parte de

ellos fueron propuestos ilustrando un solo ejemplar, que resultaría el holotipo por monotipia. De otros taxones el autor figuró varios ejemplares, pero no tiene objeto seleccionar entre ellos un lectotipo, puesto que el material original se ha perdido y en su mayoría corresponden a fragmentos indeterminables, de acuerdo con la baja calidad de las ilustraciones.

### Formas biseriales

#### ***“Climacograptus ancylus”* Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 33.1a-c)

1960 *Climacograptus ancylus*, n. sp.; Hernández Sampelayo, p. 33; Lám. 14, figs. 2, 10 y 19.

*Observaciones:* La especie fué descrita a partir del fragmento mesial de un radosoma biserial, ilustrado al revés (Hernández Sampelayo, 1960: lám. 14, fig. 19), más otros dos “individuos” que “podrían referirse” -sic- a la misma. Se trata de un climacograptido del “grupo III (con excavaciones introvertidas)”, procedente del Silúrico de Almadén, cuyo ejemplar tipo conserva “6 hidroteca dobles, por centímetro, formando otras tantas anclas superpuestas en vertical, anchura de 2 milímetros y demás dimensiones acusadas en el dibujo”.

Obviamente, la descripción y el estado de conservación del material no justifica la creación de un nuevo taxón (y ni siquiera permite una identificación genérica), por lo que proponemos que “*Climacograptus ancylus*” sea considerado un *nomen oblitum*.

#### ***“Dimorphograptus decussatus thecalongae”* Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 33.2d-e, 33.3c)

1960 *Dimorphograptus decussatus* var. *thecalongae*; Hernández Sampelayo, pp. 38-39, Lám. 18, figs. 1, 2 y 7.

*Observaciones:* Se trata de un taxón ilustrado pero no descrito, más allá de su distinción genérica “en atención a la falta de un borde en el extremo proximal y a la vuelta completa de las tecas hacia fuera”. El nombre específico podría denotar una tendencia al alargamiento e introversión de las aberturas tecales, por comparación con *Dimorphograptus decussatus* (Elles & Wood, 1908), lo cual no fue explicitado por Hernández Sampelayo (1960).

El estatus de la subespecie es más que dudoso. Primero, porque el género rhuddaniense *Dimorphograptus* (o graptolitos claramente de esta edad) no han sido reconocidos hasta la fecha en el Silúrico centroibérico. En segundo lugar, porque el taxón no llegó a ser descrito, sino ilustrado a través de tres ejemplares de Almadén, de los cuales la única forma uni-biserial (Hernández Sampelayo, 1960: lám. 18, fig. 1) podría tener, en realidad, su extremo proximal incompleto. Ninguno de los ejemplares fue designado

holotipo, pero otro de ellos (Hernández Sampelayo, 1960: lám. 18, fig. 7) se cita también como *Dimorphograptus longissimus* var. *phillotecatus*. En estas condiciones, nos parece justificado que “*Dimorphograptus decussatus thecalongae*”, muy probablemente una forma biserial mal conservada procedente de niveles telychienses, pase a ser considerado como un *nomen oblitum*.

**“*Dimorphograptus longissimus phillotecatus*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 33.3a-c)

1960 *Dimorphograptus longissimus* var. *phillotecatus*; Hernández Sampelayo, pp. 38-39, Lám. 18, figs. 3, 4 y 7.

*Observaciones:* Este taxón comparte con “*Dimorphograptus decussatus thecalongae*” los mismos problemas de definición y reconocimiento. El material original está pobremente ilustrado y en ningún caso muestra el extremo uniserial propio de *Dimorphograptus*, por lo que se propone restringir el taxón a sus ejemplares tipo (desaparecidos) y considerarlo como *nomen oblitum*.

**“*Glossograptus paucicostatae*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 33.5a-g)

1960 *Glossograptus paucicostatae*, n. sp.; Hernández Sampelayo, p. 35; Lám. 16, figs. 8-14.

*Observaciones:* El género *Glossograptus* Emmons reúne formas biseriales, típicamente monopleurales (las dos estipes se hallan unidas por una de sus caras laterales), restringidas al Ordovícico. Hernández Sampelayo (1960) cita representantes del género en el Silúrico de Almadén y Los Guindos (Jaén) que, con seguridad, representan variantes mal conservadas de rabdosomas dipleurales.

La descripción original de la nueva especie “*Glossograptus*” *paucicostatae* comprende rabdosomas “pequeños, macizos, de espinas muy reducidas y escasas (6 a 8 por cm)” “descubriendo las tecas rectangulares del tipo de los *climacograptus* en algunos de los bordes de la colonia” (Hernández Sampelayo, 1960, p. 35). Las ilustraciones de los ejemplares de la serie tipo son muy malas, pero el hecho de que procedan de Almadén hace posible que la especie pueda ser sinónima de *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand, 1993), sin que retenga la prioridad nomenclatural dado que el material tipo se ha perdido antes de haber podido redescribirlo adecuadamente (*nomen oblitum*).

**“*Glossograptus paucispinosus*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 33.6a-d)

1960 *Glossograptus paucispinosus*, n. sp.; Hernández Sampelayo, p. 32; Lám. 12, figs. 6-9.

*Observaciones:* Esta especie fue definida únicamente atendiendo al “ritmo en la distribución de sus pocas, cortas e igualadas espinas”, y adscrita erróneamente a *Glossograptus* por “la ausencia de excavaciones en los bordes de la colonia y la presencia de espinas laterales, sin que se descubra tejido de retiolites como plexo superficial”. Obviamente, se trata de una descripción intrascendente a efectos taxonómicos: los ejemplares ilustrados de la especie “*G. paucispinosus*” (*nomen oblitum*) podrían corresponder a radosomas biserials de *Metaclimacograptus* en conservación escalariforme, procedentes de los niveles telychienses del yacimiento de Almadén.

**“*Glossograptus petaliformae*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 33.4)

1960 *Glossograptus petaliformae*, n. sp.; Hernández Sampelayo, p. 45; Lám. 22, fig. 4.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960) menciona la presencia “de tecas largas e inclinadas en forma de espinas petaloides, afin a la especie formulada en Almadén con el nombre de *Glossograptus petaliformae*, n. sp.”. Sin embargo, esta última no se describe ni menciona en el apartado correspondiente al yacimiento de Almadén del mismo trabajo. El único ejemplar ilustrado parece un *Metaclimacograptus* aplastado y en orientación sub-escalariforme, que procede de Los Guindos (al noroeste de La Carolina, Jaén). Por su mala conservación y la ausencia de descripción del material tipo de Almadén, proponemos que “*G. petaliformae*” sea considerado como *nomen oblitum*.

**“*Glossograptus (Tecacanthus) loxos*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 33.7a-b)

1960 *Glossograptus (Tecacanthus) loxos*, n. sp.; Hernández Sampelayo, pp. 35-36; Lám. 16, figs. 20-21.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960) propone el subgénero *Tecacanthus* (“= cavidad-espina”) para formas biserials donde los septos intertecales “no se marcan de modo preciso en el interior del fósil” y cuyas “tecas se individualizan y se prolongan hasta terminar en espina con inclinación proximal”, al tiempo que aclara que dichas espinas “son las mismas tecas agudizadas”. Su único representante sería la nueva especie “*Glossograptus (Tecacanthus) loxos*” definida por “sus tecas caídas oblicuamente”.

Las descripciones precedentes se aplicaron a siete ejemplares (Hernández Sampelayo, 1960, lám. 16, figs. 15-21), de los cuales sólo los dos últimos los asigna a “*G. (T.) loxos*”. Éstos parecen estar invertidos y podrían corresponder a porciones mesio-distales de una forma delgada de *Parapetalolithus* o de *Glyptograptus*, mal conservados. El ejemplar figurado con el número 15 es muy similar a *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand). De todos modos, por la ausencia de datos más precisos sobre la constitución

del raddosoma de esta nueva especie citada en Almadén, optamos por referirla como *nomen oblitum*.

**“*Glyptograptus ceras*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 33.8a-c)

1960 *Glyptograptus ceras*, n. sp.; Hernández Sampelayo, p. 38; Lám. 17, figs. 9, 11 y 12.

*Observaciones:* La especie se definió atendiendo a la presencia de tecas semilunares aisladas de gran tamaño, separadas hasta 2 mm del eje central de la colonia, con gran variabilidad intraespecífica que impide la proposición de un taxón de nivel subgenérico (“ceratograptus”). Además del material tipo, obviamente mal conservado y tectonizado Hernández Sampelayo (1960. lám. 17, figs. 9, 11 y 12) propone la existencia de formas de “enlace” con el género *Petalograptus* (lám. 17, fig. 17 de su trabajo). La incoherencia en la definición de todo el conjunto, unido a la pérdida del material original, nos lleva a considerar a “*G. ceras*” como *nomen oblitum*.

**“*Glyptograptus grossithecatus*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 33.9a-b)

1960 *Glyptograptus grossithecatus*, n. sp.; Hernández Sampelayo, p. 39; Lám. 18, figs. 8 y 10.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960) distingue esta especie por sus: “tecas muy gruesas, sigmoideas y con excavaciones proporcionadas en tamaño”. La descripción es insuficiente y el material ilustrado lo forman dos raddosomas carentes del extremo proximal, que podrían corresponder a sendos *Metalimacograptus* mal conservados, abundantes en el Telychiense basal de la localidad tipo de Almadén. En conclusión, “*Glyptograptus grossithecatus*” es una especie inconsistente que llevamos a *nomen oblitum*.

**“*Glyptograptus thecalongae*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Fig. 33.10)

1960 *Glyptograptus thecalongae*, n. sp.; Hernández Sampelayo, p. 45; Lám. 22, fig. 3.

*Observaciones:* La descripción de la especie se basa en “la forma en cuernos largos y abiertos de sus tecas distales, en número de 6 a 7 por centímetro, y un vuelo de 1 milímetro a partir del eje en las más apartadas”. Se complementa con la ilustración de un ejemplar procedente del yacimiento de Los Guindos (Jaén), que parece revelar indicios de un nematulario englobado en el interior del raddosoma.

Desde el punto de vista taxonómico, la descripción específica es insuficiente, y “*G. thecalongae*” se propone como *nomen oblitum*. Además, Hernández Sampelayo (1960) indica que esta especie es “bastante frecuente en Almadén” donde, por el contrario, el autor no la describe, pero tampoco aclara su posible confusión con “*Dimorphograptus decussatus thecalongae* Hernández Sampelayo”.

**“*Lasiograptus ritmicus*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 33.11a-c)

1960 *Lasiograptus ritmicus*, n. sp.; Hernández Sampelayo, pp. 34-35; Lám. 16, figs. 5-7.

*Observaciones:* Esta supuesta nueva especie, definida en Almadén, fue caracterizada por presentar un espaciado regular entre sus tecas espinosas (8 a 10 en 10 mm), con separaciones “cónicas” a “en forma de escocia”. Su asignación a *Lasiograptus* Lapworth, un género exclusivamente ordovícico, se basó en criterios poco claros, como la semejanza con algunos retiolítidos (*Gothograptus*), “la escasa diferenciación de las tecas, sin vírgula poco marcada, su aspecto capsular y la presencia de procesos externos en forma espinosa”.

Aunque el aspecto de dos de los ejemplares de la serie tipo es ciertamente distintivo, el carácter incompleto de los rabdosomas (carentes del extremo proximal) y la ausencia de formas comparables entre los miles de ejemplares centroibéricos estudiados, conduce a pensar que estas morfologías son puramente preservacionales. En consecuencia, el taxón “*L.*” *ritmicus* se propone como *nomen oblitum*, toda vez que su material original fue destruido.

**“*Mesograptus climaco-glyptus*”, “*M. glosso-glyptus*” y “*M. climaco-glosso*”  
Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 33.12a-b, 33.13, 33.14)

1960 *Mesograptus climaco-glyptus*, *M. glosso-glyptus* y *M. climaco-glosso*; Hernández Sampelayo, p. 37; Lám. 17, figs. 2 y 4; 5 y 7, respectivamente.

*Observaciones:* En su discusión sobre la conveniencia de mantener el género *Mesograptus* Elles & Wood (un sinónimo posterior de *Diplograptus* McCoy fide Bulman, 1970), Hernández Sampelayo (1960) discute la conveniencia del mismo para designar taxones con tecas bifformes. Tres de ellos los describe en Almadén, de un modo aparentemente informal:

- El primero lo nombra *Mesograptus climaco-glyptus*, cuya “parte inferior, bien manifiesta por su remate, está ocupada por el pseudo plumero alargado, que semejan las tecas de *glyptograptus* encorvadas hacia arriba, y son las almenadas tecas de pared vertical, que forman el centro y toda la porción superior, en la mayoría de los casos, que rematan con su vírgula filiforme, recta y bien marcada”.



- El segundo grupo (*M. glosso-glyptus*) lo define como “con espinas mesiales en su parte proximal arqueadas del tipo glyptograptus (...) en el supuesto de comprobar como glossograptido la porción inferior del ejemplar”.
- El tercer tipo (*M. climaco-glosso*) lo nombra así “del mismo modo, y por idéntico razonamiento”.

En otras palabras, Hernández Sampelayo (1960) distingue tres morfotipos biserials con tecas bifurcas: proximales glyptograptidas y distales climacograptidas (“*M. climaco-glyptus*”), proximales glyptograptidas y distales glossograptidas (“*M. glosso-glyptus*”) y proximales glossograptidas y distales climacograptidas (“*M. climaco-glosso*”). Ninguno de los dibujos acompañantes a estos morfotipos, resulta determinable a nivel genérico o específico, y podrían corresponder a variantes preservacionales mal conservadas de *Metaclimacograptus* spp. En la duda de si la intención del autor era nombrar morfotipos informales o auténticas especies nuevas (en ninguna parte del trabajo constan como “n. sp.”), proponemos que los tres taxones sean considerados como *nomina oblita*.

#### **“*Petalograptus latus-spirifer*” y “*P. tenuis-spirifer*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 33.15, 33.16)

1960 *Petalograptus latus-spirifer* (e. S.) y *Petalograptus tenuis-spirifer*, (e. S.); Hernández Sampelayo. pp. 26-27, Lám. 11, figs. d e i, respectivamente.

*Observaciones:* En su trabajo, Hernández Sampelayo (1960) adscribe las formas “latus” y “tenuis” como variedades de la especie *Petalograptus palmeus*, tal y como había sido considerado por Barrande (1850). Sus nuevas combinaciones “latus-spirifer” y “tenuis-spirifer” las crea para morfotipos espinosos, que se presentan asociados en un mismo horizonte del yacimiento de Almadén. Sin embargo, ambos morfotipos los presenta como “especies” que *modifican* a las variedades típicas de Barrande (hoy en día especies independientes integradas en *Parapetalolithus*) y que, en nuestra opinión, debemos tomar como *nomina oblita*.

#### **“*Petalograptus palmeus marianica*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Fig. 33.17)

1960 *Petalograptus palmeus*, var. *marianica*, n. sp.; Hernández Sampelayo, pp. 42, 44, Lám. 21, fig. 13.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960) ilustró como procedente de Caracul (= Corral de Calatrava) un rhabdosoma “igual al figurado por Habermeyer en su revisión de la fauna de Sierra Morena con el núm. 126” y que, como en ese caso, se diferenciaría de *Parapetalolithus palmeus* “por su anchura de tecas, algunas expansiones foliáceas tecaes y el final de dos o tres pequeñas lóbulos, en su arranque de la sícula”. En nuestra opinión, el ejemplar de *Petalograptus* sp. *a* (nov. sp. ?), descrito por Habermeyer (1931, lám. 1, fig. 12b –no 126–) muy probablemente corresponde a una variante preservacional de *P. palmeus*; en tanto que el figurado por Hernández Sampelayo (1960,

lám. 1, fig. 13) es un rabdosoma indeterminable, con anomalías tecaes y siculares fruto de una mala interpretación del ejemplar al dibujarlo (¿coalescencia con otros graptolitos en la misma placa?). La imposibilidad de poder acceder al ejemplar original sobre el que se basó la “variedad *marianica*”, y la ausencia de una ilustración o descripción precisa, motiva que este taxón lo consideremos como un nuevo caso de *nomen oblitum*. Adicionalmente, en este trabajo presentamos secciones detalladas de la localidad de Corral de Calatrava, en ninguna de las cuales encontramos petalolithidos con procesos tecaes o siculares, ni mezcla de formas telychienses con otras aaronienses (Hernández Sampelayo, 1960, atribuye su yacimiento de Caracuel al “Llandovery medio”).

## Formas uniseriales

### “*Monograptus almadeni*” Hernández Sampelayo, 1960, s. l.

(Figs. 34.1a-b, 34.3, 34.4, 34.5)

- 1960 *Monograptus Almadeni*; Hernández Sampelayo, p. 13.
- ?1960 *Monograptus communis-Almadeni* (e. S.); Hernández Sampelayo, p. 48; Lám. 24, figs. 3, 6.
- 1960 *Monograptus Almadeni*, n. var. *inversa* (e. S.); Hernández Sampelayo, p. 48; Lám. 24, fig. 5.
- ?1960 *M. Haberfelneri* vel. *almadeni* n. sp.; p. 48, Lám. 24, fig. 4.
- 1960 *Monograptus almadeni*, n. sp.; Hernández Sampelayo, p. 48.
- ?1960 *Monograptus haberfelneri*, n. sp. vel. *almadeni*; Hernández Sampelayo, Lám. 7, fig. 45e.

*Observaciones:* En diversos lugares de su obra póstuma, Hernández Sampelayo hace referencia a “*Monograptus Almadeni*” (p. 13), al complejo “*M. communis-Almadeni*” (p. 48), a las transiciones entre “*M. Almadeni*” y “*M. Haberfelneri*” (p. 13) y a la nueva variedad “*M. Almadeni inversa*” (p. 48), sin llegar a definir la especie nominal. De acuerdo con sus relaciones con *M. haberfelneri*, “*M. Almadeni*” tendría un rabdosoma “bastante arqueado” (p. 13), con curvatura dorsal en *M. almadeni* “típico” y ventral en *M. almadeni inversa*. En cuanto a las tecas, serían triangulares y agudas (p. 48). Pese a la robustez y abundancia de sus rabdosomas, “particularmente en sus porciones proximales” en el yacimiento de Almadén, *M. almadeni* no llegó a ser caracterizado ni ilustrado formalmente, y es un caso claro de *nomen oblitum*. Por su parte, *Monograptus almadeni inversa* fue descrito con “varios ejemplares” en los que las tecas “se curvan hacia la parte ventral” del rabdosoma, pero los únicos figurados, procedentes del Silúrico de Alía (Cáceres), son fragmentos indeterminables, incluso a nivel genérico.

### “*Monograptus ancylus*” Hernández Sampelayo, 1960

(Fig. 36.1)

- 1960 *Monograptus ancylus*, n. sp.; Hernández Sampelayo, p. 22; Lám. 8, fig. 49.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960) establece la especie *M. ancylus* para rabdosomas arqueados con tecas de forma ancilar, en las que se repite el “doblamiento total del tubo, formando un anzuelo más o menos pronunciado”, que supone “una acentuación del gancho de las del tipo *rostratus*”. Su ejemplar tipo procede de Almadén y consiste en un fragmento de estipe, con siete tecas ganchudas y bastante aisladas, de asignación genérica dudosa por cuya razón proponemos a la especie como *nomen oblitum*. Conviene recordar que el autor empleo la denominación “ancylus” de forma combinada con otras especies o variedades, como *Monograptus convolutus-ancylus*, *M. communis-ancylus* o *M. rostratus-ancylus*, que se tratan aquí de forma independiente.

**“*Monograptus circularis*” ssp. *lineatus* et ssp. *rostrata* Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 34.6, 34.7, 34.8)

- 1960 *Monograptus circularis* aff. *rostrata*; Hernández Sampelayo, p. 21; Lám. 6, fig. 41.
- 1960 *Monograptus circularis-corona*; Hernández Sampelayo, p. 21; Lám. 6, fig. 41a.
- 1960 *Monograptus circularis*, var. *lineatus*, n. v.; Hernández Sampelayo, p. 49; Lám. 24, fig. 10.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960, Lám. 6, figs. 41 y 41a) relacionó con *Monograptus circularis* Elles & Wood, 1913 [sinónimo posterior de *Oktavites contortus* (Perner, 1897), según Loydell, 1993] dos fragmentos de rabdosoma arqueado procedentes del yacimiento de Almadén, que en su opinión presentan tecas con morfologías “rostradas” o parecidas a la de *M. corona* Hernández Sampelayo, si bien en nuestra opinión resultan indeterminables, incluso a nivel genérico.

Por su parte, *Monograptus circularis* “*lineatus*” fue propuesto como una “variación recta” de la especie, a la que se asemeja por sus “tecas cónicas, de ritmo perfecto y con espinas finales”, en número de 10 por centímetro. El ejemplar ilustrado (Hernández Sampelayo, 1960, Lám. 24, fig. 10) procede del yacimiento de Alía (Cáceres) y no guarda relación alguna con *O. contortus*. Se trata de un fragmento de afinidades dudosas, por lo que el taxón basado sobre el mismo queda como *nomen oblitum*.

**“*Monograptus communis*” ssp. “*ancylus*”, ssp. “*hidrargiri*” et ssp. “*hispanus*”  
Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 34.9a-k, 34.10a-c, 34.11, 34.12, 34.13, 34.14)

- 1960 *Monograptus communis-hispanus* n. sp.; Hernández Sampelayo, pp. 19, 21-22, 44; Lám. 7, figs. 45, 45a-d, f, i-l, m (derecha).
- 1960 *Monograptus communis-hidrargiri* n. v.; Hernández Sampelayo, p. 22; Lám. 5, fig. 46; Lám. 7, figs. 46, 46b; Lám. 8, fig. 46a.
- 1960 *Monograptus communis-ancylus* (e-s); Hernández Sampelayo, p. 22; Lám. 7, fig. 47.
- ?1960 *Monograptus communis-Almadeni* (e. S.); Hernández Sampelayo, p. 48; Lám. 24, figs. 3, 6.

- ?1960 *Monograptus communis-convolutus*; Hernández Sampelayo, Lám. 6, fig. 38h.  
 ?1960 *Monograptus communis-hispanus*, aff. *rastritis*?; Lám. 7, fig. 45h.  
 ?1960 *Monograptus communis-hidrargiri*, n. v. (*rastritis*); Lám. 7, fig. 46.

*Observaciones:* De los yacimientos de Almadén y Alía, Hernández Sampelayo (1960) ilustra, respectivamente, supuestas formas transicionales de *Campograptus communis* con *Lituigraptus convolutus* o con “*M. almadeni*”, cuyas ilustraciones corresponden a ejemplares indeterminables con estipe arqueada. Aparte describe tres nuevas variedades: la primera, *M. communis-hispanus* (tratada como especie aparte en la leyenda de la Lám. 7), se caracterizaría por la “curvatura semilunar muy aguda de las tecas, y apariencia robusta y puntiaguda del radosoma, encorvado elegantemente en su extremo y con finísima sícula”. Los ejemplares ilustrados, procedentes de Almadén, recuerdan considerablemente a formas mal conservadas de *Torquigraptus*? sp. (Hernández Sampelayo, 1960). La segunda “presentación del *M. communis*” la forma el “complejo *communis-hidrargiri*, en el que se mezclan las hidrotecas del *communis* con las del *hidrargiri*, los elementos del cual suponemos cónicos, y disminuyen hasta hacerse tubulares en la salida”. Este “*M. communis-hidrargiri*”, considerado al tiempo como una variedad o como una especie nueva, también procede de Almadén y sus ilustraciones no resultan identificables en términos de taxonomía moderna. La tercera forma, “*M. communis-ancylus*”, la diferencia Hernández Sampelayo (1960) por su combinación de tecas semilunares con otras ganchudas (“la dobladura de la teca *hidrargiri*... es una acentuación del gancho de las del *rostratus*... la denominamos *ancylus* que mejor que ninguna fija la idea de gancho”). La figura acompañante, un fragmento con cinco tecas, no apoya las aseveraciones anotadas en su descripción. Finalmente, dos de las subespecies precedentes (“*hispanus*” e “*hidrargiri*”) parecen admitir variantes con algunas tecas aisladas, tal vez puramente preservacionales, que el autor refiere como “*rastritis*”, sin acompañarlas de ninguna descripción.

**“*Monograptus convolutus*” ssp. “*ancylus*” et ssp. “*rostrata*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 34.15, 34.16a-c, 34.18)

- 1960 *Monograptus convolutus-ancylus* (e. S.); Hernández Sampelayo, pp. 47-48.  
 ?1960 *Monograptus convolutus-communis* Lapw.; Hernández Sampelayo, Lám. 6, fig. 38i.  
 1960 *Monograptus convolutus-rostrata*; Hernández Sampelayo, Lám. 6, figs. 38e-g.  
 ?1960 *Monograptus convolutus* aff. *rostrata*; Hernández Sampelayo, Lám. 6, fig. 38d.

*Observaciones:* Entre los monograptidos de radosomas curvos, Hernández Sampelayo (1960) establece unas divisiones confusas entre los ejemplares que compara con los del grupo de “*M.*” *communis* (del género *Campograptus*) y los del grupo de “*M.*” *convolutus* (del género *Lituigraptus*), a los que adscribe extrañas formas transicionales (“*M. convolutus-communis*”). En función de la morfología de las tecas, el autor describe

una forma que “mezcla tecas *ancilares* entre las cónicas y altas del *M. convolutus*” (*M. convolutus-ancylus*), que cita como procedente de Alía (Cáceres) pero no llega a ilustrarla (salvo que se trate de la fig. 2 de su lám. 24). En el mismo trabajo, y como provenientes de Almadén, Hernández Sampelayo (1960) ilustra, sin describirlos, tres ejemplares de la nueva combinación *M. convolutus-rostrata*, a los que suma un cuarto ejemplar (*M. convolutus* aff. *rostrata*) que difiere por la mayor curvatura dorsal del estipe, en ninguno de los cuales se aprecia que las tecas sean realmente “rostradas” (rematadas en punta).

Por todo lo anterior, y por las deficiencias formales que supone la falta de descripciones o ilustraciones del material tipo de las variedades adscritas a “*M. convolutus*”, las formas precedentes deben ser consideradas como *nomina oblita*.

### **“*Monograptus corona*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 34.19a-b)

1960 *Monograptus corona*, n. sp.; Hernández Sampelayo, p. 21; Lám. 6, figs. 42, 42a.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960) propone esta especie “como final del *M. circularis*, en el cual las tecas son anchas, iguales y rebajadas, cónicas como las del *latithecatus*, dando la impresión de una corona, igualada de puntas; 10 tecas por centímetro”. El material tipo es indeterminable y procede del “Llandovery medio (18-21)” de Almadén (Hernández Sampelayo, 1960, Lám. 6, figs. 42, 42a), por lo que la especie pasa a considerarse como *nomen oblitum*. Lo mismo sucede con su supuesta forma transicional con *Monograptus circularis* (Hernández Sampelayo, 1960, Lám. 6, fig. 41a).

### **“*Monograptus crenularis-setiger*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Fig. 35.1)

1960 *Monograptus crenularis-setiger* (e-s); Hernández Sampelayo, p. 24; Lám. 2, fig. 15.

*Observaciones:* Bajo esta denominación el autor ilustra un fragmento de rabdosoma procedente de Almadén donde se combinan tecas de tipo *Monoclimacis* con dos tecas distales tipo *Rastrites*. Esta quimera puede ser el resultado de la superposición de fragmentos de varios rabdosomas, y la entidad taxonómica carece de todo fundamento (*nomen oblitum*).

**“*Monograptus densus distans*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 35.2a-b)

1960 *Monograptus* aff. *densus* Pern (*distans*); Hernández Sampelayo, p. 45; Lám. 22, fig. 1.

1960 *Monograptus densus* Pern var. *distans*; Hernández Sampelayo, p. 52; Lám. 26, fig. 7.

*Observaciones:* Esta subespecie fue propuesta como una “enmienda” o “variedad” con tecas de morfología “muy parecidas a las del *M. densus*, Pern, pero con la diferencia de su mayor separación”. Los ejemplares ilustrados consisten en sendos fragmentos rectilíneos de monograptidos indeterminables con tecas ganchudas y mal conservadas, uno del yacimiento de Los Guindos (Jaén) y otro de Cabeza del Buey (Badajoz).

**“*Monograptus fimbriatus minimo*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Fig. 35.3)

1960 *Monograptus fimbriatus*, Nich var. *minimus* n. var.; Hernández Sampelayo, p. 26; Lám. 11, fig. c.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960) define esta variedad como “por su forma de tecas, rebajadas y tendidas, pero de la misma forma tamaño y distribución que las del *M. fimbriatus*, Nich.”. El ejemplar ilustrado es un fragmento de estipe con ligera curvatura dorsal y cinco tecas cuya morfología es muy diferente a la pectinada de *Demirastrites* “*Monograptus triangulatus fimbriatus* (Nicholson)” [=? *D. pectinatus* (Richter)]. Adicionalmente el yacimiento de graptolitos de Almadén no comprende niveles del Aeroniense inferior, caracterizados por dicha especie.

**“*Monograptus haberfelneri*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 34.2a-b)

1960 *Monograptus haberfelneri* n. sp.; Hernández Sampelayo, pp. 12-13; Lám. 7, figs. 45g, 45m.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960) describe esta especie con “sícula en punta alargada y fina”, tecas sencillas en la porción proximal “muy elegantes, vueltas hacia atrás en medias lunas agudas, con concavidad hacia el lado proximal, y que van engrosando hasta la 7ª teca, desde la cual, con más o menos uniformidad, empiezan a presentarse las hidrotecas de tipo *rostratus* o sus derivadas: *ancylus*, *hydrargiri* o *truncata*”. En apariencia, la nueva especie resultaría sinónima de las formas descritas e ilustradas como *Monograptus intermedius* por Haberfelner (1931, lám. 1, figs. 26a-d), o bien los *Monograptus communis* var. *rostratus* del mismo autor (Haberfelner, 1931, figs. 1-2). Según Hernández Sampelayo (1960, pp. 12-13) las primeras no se parecen a los ejemplares de *M. intermedius* ilustrados por Carruthers (1912) ni por Elles & Wood (1912), y el material de *M. communis rostratus* de Haberfelner (1931) tampoco resultaría coespecífico con el material tipo de Elles & Wood (1912). En este sentido,

Hernández Sampelayo (1960, p. 13) propone para “*M. communis* var. *rostratus*” sensu Habermelner (1931) el nombre de “*M. communis-hispanus* n. sp.”; si bien los caracteres esenciales de este taxón (rabdosoma arqueado dorsalmente, con tecas de tendencia semilunar) resultarían los mismos que los de *M. habermelneri*. En cualquier caso, todos los ejemplares ilustrados por Habermelner (1931) de ambos taxones han sido sinonimizados aquí con *Torquigraptus planus* (Barrande), por lo que tanto *M. habermelneri* como “*M. communis-hispanus*” podrían constituir simples sinónimos posteriores de esta única especie.

*Monograptus habermelneri* Hernández Sampelayo fue descrito originalmente en el yacimiento de Almadén, pero sus ilustraciones acompañantes resultan indeterminables. Aunque por referencias indirectas el taxón constituye un probable sinónimo de *Torquigraptus planus*, al no conservarse su material tipo optamos por proponerlo como *nomen oblitum*.

### **“*Monograptus hidrargiri*” Hernández Sampelayo, 1960, s. l.**

(Figs. 35.4, 35.5a-b, 35.6a-c, 35.7a-c)

- 1960 *Monograptus hidrargiri* n. sp.; Hernández Sampelayo, p. 22, Lám. 8, figs. 51, 51a.
- 1960 *Monograptus hidrargiri-rostellum* n. sp.; Hernández Sampelayo, p. 22; Lám. 8, figs. 52b, 53b, 53c.
- 1960 *Monograptus hidrargiri-rostratum* n. sp.; Hernández Sampelayo, Lám. 8, figs. 52, 52a.
- 1960 *Monograptus hidrargiri-rostratus* n. sp.; Hernández Sampelayo, Lám. 8, fig. 52c.
- 1960 *Monograptus hidrargiri-tortilis* (e. S.); Hernández Sampelayo, pp. 48-49; Lám. 24, fig. 7.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960) establece la especie *M. hidrargiri* para rabdosomas arqueados en los que se repite el tipo tecal con “dobladura” y “algo inclinado a la salida” (= “modalidad” *hidrargiri*), que supone “una acentuación del gancho de las del (tipo) *rostratus*”, sin llegar al “doblamiento total del tubo, formando un anzuelo más o menos pronunciado” (= “modalidad” *ancylus* o *ancilar*). Su material procede de Almadén y es poco determinativo, lo mismo que los restantes taxones nuevos descritos como diferentes complejos de la especie por incluir otros tipos tecales. Se trata de “*M. hidrargiri-rostratus*”, que combina los morfotipos *hidrargiri* y *rostratus/rostratum* (= “formas de cuello algo tubiforme y pequeño pico”); “*M. hidrargiri-rostellum*”, con tecas bifurcadas donde se repite el tipo *rostellum* (= “de pico levantado”), y también “*M. hidrargiri-tortilis*”, con aberturas en parte retrodirigidas. El último taxón lo definió en la localidad de Alía (Cáceres), donde “vuelven a presentarse las tecas triangulares, de gran tendido ventral, y abertura tubular levantada, que nos dieron fundamento para proponer el *M. hidrargiri*, n. sp. pero en esta ocasión, el tubo se marca hasta el borde dorsal, de un modo muy semejante a las tecas del *M. tortilis*, Linn, y esto nos hace proponer la unión”.

Tal y como ocurre con otros *nomina oblita* del mismo trabajo y nivel comparable, los dibujos del material tipo de Hernández Sampelayo (1960) corresponden a fragmentos de

rabdosoma con pocas tecas y nulo detalle, probablemente asimilables a restos indeterminables de *Torquigraptus*, atendiendo también a las características conocidas de sus yacimientos.

**“*Monograptus intermedius-runcinatus*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Fig. 35.8)

1960 *Monograptus intermedius-runcinatus* (e. S.); Hernández Sampelayo, pp. 48, 73; Lám. 24, fig. 1; Lám. 35, fig. 8.

*Observaciones:* Según Hernández Sampelayo (1960) este “complejo” se caracteriza por tecas semejantes a las de *Paradiversograptus runcinatus* pero de “lobas más distanciadas, menos fundidas en círculo”, con ligera vuelta “hacia fuera” que “hacen recordar el perfil de *M. intermedius*”; lo que estaría indicado también porque sus morfologías “son agudas y de tendencia algo semilunar”, como las de esta especie. El material ilustrado comprende fragmentos de dos rabdosomas mal conservados, uno procedente de Alía (Cáceres) y otro de Ciñera (León) que respectivamente constan de 3,5 y 4,5 tecas poco determinativas en una estipe fina y con ligera curvatura dorsal. Desde el punto de vista taxonómico ambos ejemplares resultan indeterminables.

**“*Monograptus lobiferus*” ssp. “*altus*”, ssp. “*distans*” et ssp. “*rostellum*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 36.8a-e, 36.9a-b, 36.10a-b)

1960 *Monograptus lobiferus*, var. *altus*, n. v.; Hernández Sampelayo, p. 20; Lám. 4, figs. 32, 32b.

1960 *Monograptus lobiferus* (*distans*) n. var.; Hernández Sampelayo, p. 21; Lám. 5, figs. 33, 33a, 33b.

1960 *M. lobiferus*, M'Coy (*distans*); Hernández Sampelayo, pp. 21, 24-25; Lám. 5, fig. 33c; Lam. 10, fig. 31b.

1960 *Monograptus lobiferus-rostellum*, n. var.; Hernández Sampelayo, p. 21; Lám. 5; figs. 34, 34a.

*Observaciones:* Entre las asociaciones de graptolitos del Telychiense del yacimiento de Almadén Hernández Sampelayo (1960) propuso tres “variaciones” nuevas de la especie aeroniense *Campograptus lobiferus* (McCoy). La primera (*lobiferus* “*altus*”) alcanzaría tres milímetros de anchura dorsoventral “de los cuales la mitad corresponden al canal y vírgula, soldados en las porciones basales de las tecas, lo que no ocurre nunca con el *M. lobiferus*”. La segunda (*lobiferus* “*distans*”) es más ancha que la forma nominal y “desde luego la distancia intertecal es de 2 a 3 veces mayor que la que ofrece el *M. lobiferus* clásico”. En cuanto a la tercera (*lobiferus* “*rostellum*”) no llegó a ser descrita salvo para aludir a la forma de las tecas, que se infiere “rostelada” (con metatecas erguidas y algo aisladas). No obstante ninguno de los fragmentos de estipes ilustrativos de los tres taxones resulta determinativo aproximándose a los rabdosomas de tecas ganchudas y apreciable solapamiento tecal de los grupos de *Monograptus priodon* o de *Stimulograptus halli*, comunes en distintos niveles del mismo yacimiento. El auténtico



*C. lobiferus* es una forma más antigua de tecas triangulares carentes de solapamiento sin relación alguna con los taxones de Almadén. Su problemática e insuficiente caracterización nos llevan a proponerlos como *nomina oblita*.

***Monograptus priodon* ssp. “*rostellum*” et ssp. “*distans*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 36.7a-b)

1960 *Monograptus priodon* (*distans*) (Bronn.); Hernández Sampelayo, pp. 17, 27; Lám. 3, fig. 19.

1960 *Monograptus priodon-rostellum*, n. var.; Hernández Sampelayo, pp. 18-19; Lám. 3, figs. 20, 20a.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960) distingue dentro de la especie *M. priodon*, representada en el yacimiento de Almadén, una variante reconocible “particularmente por la gran separación tecal” (*priodon* “*distans*”) y otra “por la frecuente abertura marginal de cada individuo en forma biespinosa, que recuerda en cierto modo, un pico pequeño” (“*priodon-rostellum*”). Las ilustraciones correspondientes a ambas formas, sobre toda por la presencia de espinas asociadas a tecas ganchudas, sugieren que se trata de ejemplares indeterminables del género *Stimulograptus*, por cuya razón las consideramos como *nomina oblita*.

**“*Monograptus rostellum*” Hernández Sampelayo, 1960**

(Figs. 36.5, 36.6)

1960 *Monograptus rostellum* n. sp.; Hernández Sampelayo, pp. 19, 22; Lám. 3, fig. 18

cf.1960 *Monograptus* cf. *rostellum*, n. sp.; Hernández Sampelayo, p. 20; Lám. 3, fig. 18a.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960) caracteriza esta especie por la presencia de tecas frecuentemente biespinosas, “casi verticales, adosadas en su base, pseudotubulares y abiertas, con sus puntas bien altas”, donde se cuentan “unas ocho tecas por centímetro, alturas de 1,5 a 3 mm, y longitud hasta de tres o cuatro centímetros”. Los únicos ejemplares figurados proceden del yacimiento de Almadén y son fragmentos de rabdosomas mal conservados e ilustrados, que no resultan determinables ni siquiera a nivel genérico. Sin embargo, la posible presencia de espinas señalada por el autor en rabdosomas rectilíneos, con la anchura y contenido tecal indicados, sugiere una posible relación de “*M. rostellum*” con ejemplares de *Stimulograptus*, frecuentes en algunos niveles del mismo yacimiento.

**“*Monograptus rostratus*” Hernández Sampelayo, 1960, s. l.**

(Figs. 36.2a-e, 36.3, 36.4)

- 1960 *Monograptus rostratus*, n. sp.; Hernández Sampelayo, pp. 9, 17, 22; Lám. 8, fig. 48.
- ?1960 *Monograptus rostratus-triangulatus* E. W.-Hark (e. S.); Hernández Sampelayo, p. 9.
- 1960 *Monograptus rostratus-hidrargiri* (e. S.); Hernández Sampelayo, pp. 10-11.
- 1960 *Monograptus rostratus-ancylus* n. sp.; Hernández Sampelayo, pp. 10, 22, 26; Lám. 8, figs. 50, 50a, 50b, 50c; Lám. 11, fig b.
- ?1960 *Monograptus rostratus* aff. *Clingani* Carr.; Hernández Sampelayo, p. 14; Lám. 8, fig. 36.
- ?1960 *Monograptus triangulatus*, Hark; Hernández Sampelayo, p. 44.

*Observaciones:* Con la denominación “*Monograptus rostratus*”, Hernández Sampelayo (1960) designa un grupo muy abundante en el yacimiento de Almadén, compuesto por graptolitos de radosomas arqueados y tecas triangulares ganchudas. De ellos, la forma típica “rostrada” se compone exclusivamente de “hidrotecas de tendencia triangular isoscélica, alargada, con las aperturas en pico o gancho hacia la extremidad proximal”.

A partir de la anterior, se registra la variedad “*Monograptus rostratus-ancylus*”, con “rostros ganchudos, dentro de radosomas arqueados, con anchuras de estipas de 1,4 a 1,6 milímetros; 8 a 10 tecas aisladas, y aberturas en las lomas rostrales” cuyo nombre “da clara idea de la dobladura o anzuelo final, de la apertura tubiforme”.

Por otra parte, la variedad “*Monograptus rostratus-hidrargiri*” (...) “tiene las mismas características dimensionales y de número de tecas que el *M. rostratus*, y sólo se diferencian en la forma de la hidroteca elemental, anchamente triangular en la base, hasta la mitad o los dos tercios de la altura desde el borde dorsal, y el final tubuliforme de la teca recto o muy ligeramente encorvado, pero siempre formando un ángulo de 90° aproximadamente sobre el lado mayor ventral de la teca, lo que obliga a la porción tubular a presentarse inclinada, respecto a la teca entera, en un examen con la vîrgula horizontal”. El autor confiere gran importancia a la morfología tecal de tipo “hidrargiri”, cuyas “proporciones de la porción tubular, recta y calibrada en la mayoría de los casos, son: anchura unas cuatro veces menos que la longitud de la base de la teca, contada en la porción ya individual, y largo de tubo tecal la mitad o el tercio del alto de la hidroteca, siempre desde su aislamiento sobre la hydrosoma”. De acuerdo con Hernández Sampelayo (1960) esta variedad predomina “en el techo de ampolitas del criadero de San Francisco y San Nicolás”, pero de sus descripciones no queda claro si la variedad “*Monograptus rostratus-hidrargiri*” (descrita pero no ilustrada) pudiera equivaler a la combinación inversa “*Monograptus hydrargiri-rostratus*” o “*Monograptus hydrargiri-rostratum*” (ambas ilustradas, pero no descritas) del mismo yacimiento de Almadén.

Finalmente, Hernández Sampelayo (1960) propone la reasignación taxonómica a “*Monograptus rostratus*” de dos especies aeronienses, de distribución prácticamente cosmopolita: *Demirastrites triangulatus* (Harkness, 1851) y *Campograptus clingani* (Carruthers, 1867). Se trataría de sendos “pasos evolutivos o de transformación

aparente”, el primero citado como “*M. rostratus-triangulatus* E. W.-Hark (e. S.)”, por la “forma de tecas muy rostradas y altas (1,6 mm.)” y el segundo como un “estado evolutivo probable *M. rostratus-Clingani*”, donde “las tecas del *M. rostratus* al inclinarse, a veces muy tendidamente, hasta ponerse algo paralelas al eje del radosoma, recuerdan a las hidrotecas del *M. Clingani*, Carr.”. No obstante, Hernández Sampelayo (1960, p. 44) admite la posible presencia diferenciada de “*M. triangulatus* Hark.” en el yacimiento de Corral, sin mencionar las relaciones con “*M. rostratus*” establecidas para el yacimiento de Almadén.

Del conjunto de ilustraciones presentadas por Hernández Sampelayo (1960), la gran mayoría corresponden a fragmentos de radosomas con curvatura dorsal y tecas triangulares ganchudas como las del género *Torquigraptus*. Esto coincide con la abundancia atribuida por dicho autor tanto a “*M. rostratus*”, como a sus variedades o “estados evolutivos”, que por su aspecto podrían corresponder a las especies *T. tullbergi*, *T. arcuatus* o *T. planus*, entre otras. La incertidumbre generalizada sobre los taxones de Hernández Sampelayo (1960) nos lleva a proponerlos como *nomina oblita*, lo que de paso, aclara la pérdida de prioridad nomenclatural de “*M. rostratus*” sobre sus pretendidos “pasos evolutivos” *D. triangulatus* y *C. clingani*.

#### **“*Rastrites hidrargiri*” Hernández Sampelayo, 1960, s. l.**

(Figs. 35.9, 35.10)

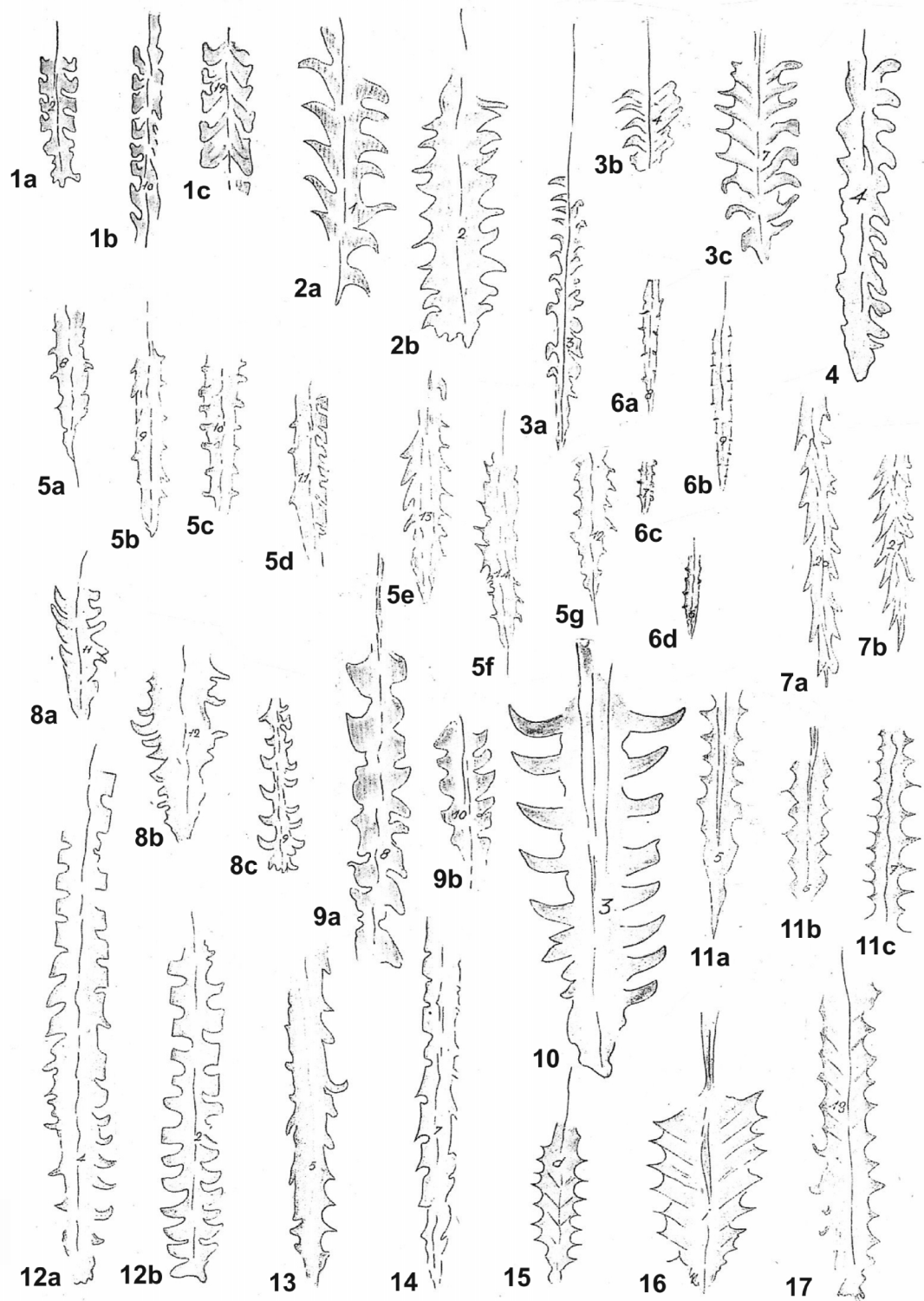
- ?1960 *Rastrites peregrinus-hidrargiri*, (e-s); Hernández Sampelayo, pp. 23-24; Lám. 9, fig. 57.
- ?1960 *Rastrites hidrargiri*, (*distans*) (e-s); Hernández Sampelayo, pp. 23-24; Lám. 9, fig. 62.

*Observaciones:* Hernández Sampelayo (1960) ilustra en su lámina 9 distintas especies de *Rastrites* procedentes de Almadén. Algunas de ellas (“*R. peregrinus*, *R. setiger*, *R. approximatus geilniti*, *R. Linnaei*”) se integran claramente en este género, en tanto que otras (“*R. spnia-convolutus*, *R. gematus*”) corresponden a monográptidos indeterminables. Como “*R. peregrinus-hidrargiri*” y “*R. hidrargiri (distans)*” el autor figura dos fragmentos de radosomas levemente arqueados y con tecas triangulares aisladas mal conservadas, de los que indica que “ambos tienen como características de fundamento la figura triangular, ancha en la base, tubuliforme en el extremo, de tecas semejantes a las citadas del *M. hidrargiri* n. sp.; en el caso del rastrites de ese nombre son más agudas y destacadas las tecas, más aplanadas y anchas en su base”. Dicha descripción es, a todas luces, insuficiente para establecer nuevas variedades de un taxón (“*Rastrites hidrargiri*” vs. “*Monograptus hidrargiri*”), que tampoco llega a ser caracterizado en ninguna parte del trabajo, proponiéndose por tanto como *nomina oblita*.

**Fig. 33.-** Taxones nuevos de graptolitos biseriales, propuestos por Hernández Sampelayo (1960) en el Silúrico centroibérico, que se consideran aquí como *nomina oblita*.

- 1a-c, *Climacograptus ancylus*.
- 2d-e, 3c, *Dimorphograptus decussatus* var. *thecalongae*.
- 3a-c, *Dimorphograptus longissimus* var. *phillotecatus*.
- 4, *Glossograptus petaliformae*.
- 5a-g, *Glossograptus paucicostatae*.
- 6a-d, *Glossograptus paucispinosus*.
- 7a-b, *Glossograptus (Tecacanthus) loxos*.
- 8a-c, *Glyptograptus ceras*.
- 9a-b, *Glyptograptus grossithecatus*.
- 10, *Glyptograptus thecalongae*.
- 11a-c, *Lasiograptus ritmicus*.
- 12a-b, *Mesograptus climaco-glyptus*.
- 13, *Mesograptus glosso-glyptus*.
- 14, *Mesograptus climaco-glosso*.
- 15, *Petalograptus latus-spirifer*.
- 16, *Petalograptus tenuis-spirifer*.
- 17, *Petalograptus palmeus*, var. *Marianica*.

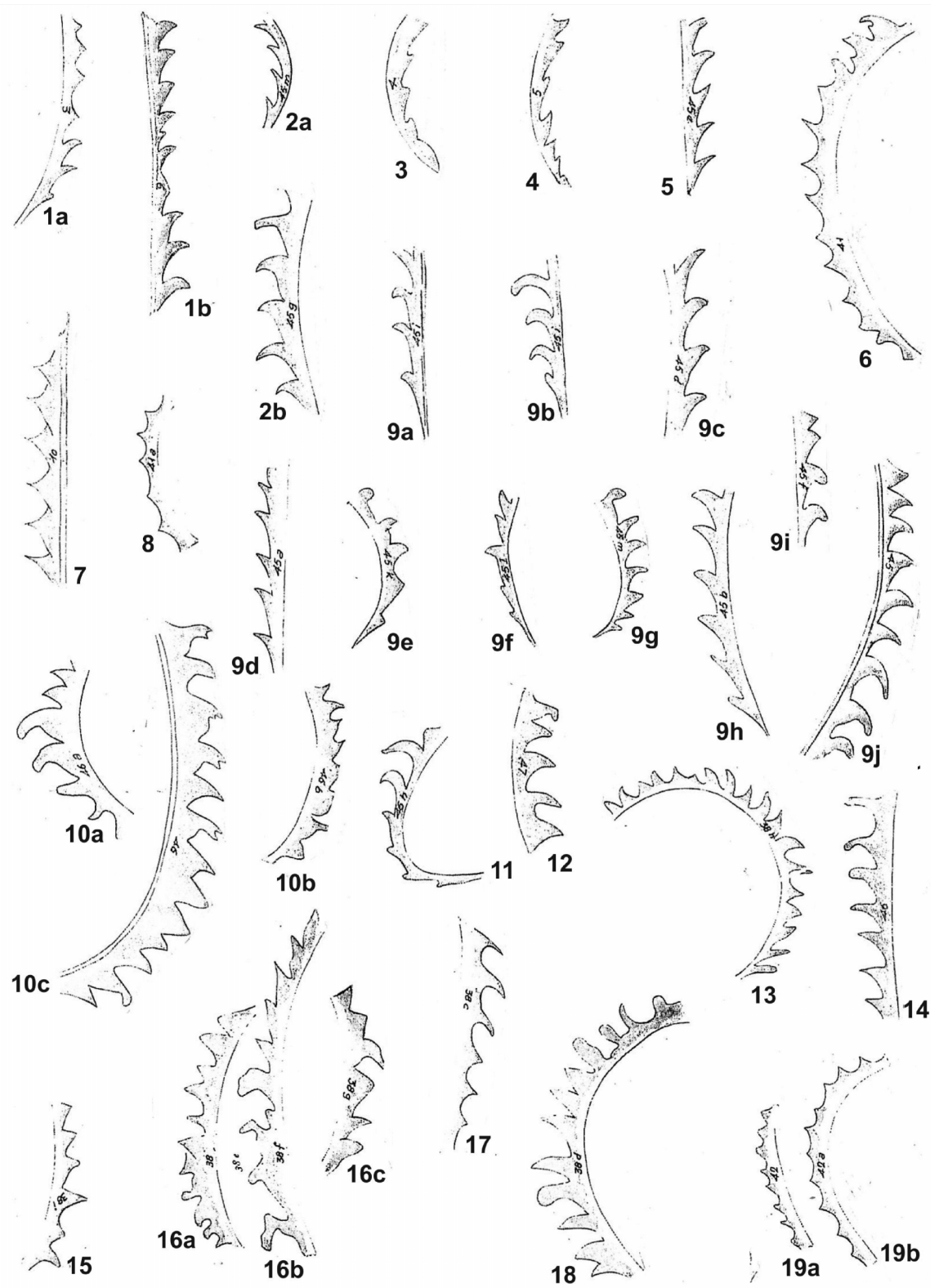
Todos los ejemplares derivan de la región de Almadén (Ciudad Real), excepto 4 y 10, que proceden de Los Guindos (Jaén) y 17, de Caracuel (= Corral de Calatrava, Ciudad Real). Las ilustraciones están reproducidas al mismo tamaño que las figuras originales. Escalas desconocidas, excepto 1a-c, x 3; 5a-g, x 2; 10, x 5,85; 11a, x 2,1; 12a, x 6,2.



**Fig. 34.-** Taxones nuevos de graptolitos enunciados por Hernández Sampelayo (1960), en el Silúrico centroibérico, y propuestos como *nomina oblita*.

- 1a-b, *Monograptus almadeni*.
- 2a-b, *Monograptus haberfelneri*.
- 3, *Monograptus haberfelneri* vel. *almadeni*.
- 4, *Monograptus almadeni* var. *Inversa*.
- 5, *Monograptus haberfelneri* vel. *almadeni*.
- 6, *Monograptus circularis* aff. *rostrata*.
- 7, *Monograptus circularis* var. *lineatus*.
- 8, *Monograptus circularis-corona*.
- 9a-k, *Monograptus communis-hispanus*.
- 10a-c, *Monograptus communis-hidrargiri*.
- 11, *Monograptus communis-hispanus*, aff. *rastritis*?
- 12, *Monograptus communis-ancylus*.
- 13, *Monograptus communis-convolutus*.
- 14, *Monograptus communis-hidrargiri*, n v. (*rastritis*).
- 15, *Monograptus convolutus-communis*.
- 16a-c, *Monograptus convolutus-rostrata*.
- 17, *Monograptus convolutus-circularis*.
- 18, *Monograptus convolutus* aff. *rostrata*.
- 19a-b, *Monograptus corona*.

Todos los ejemplares derivan de la región de Almadén (Ciudad Real), excepto 1a-b, 3-4 y 7, que proceden de Alía (Cáceres). Reproducciones al mismo tamaño que en las láminas originales.

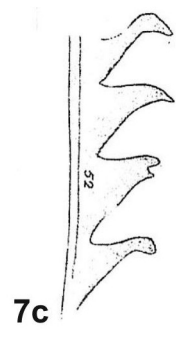
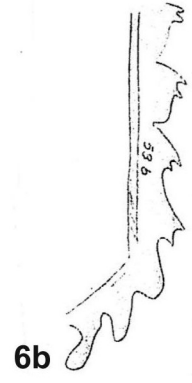
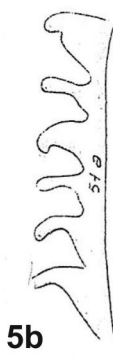
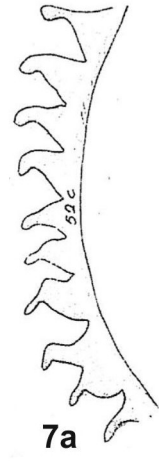
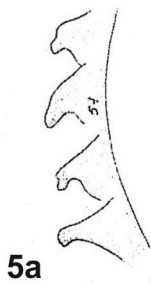
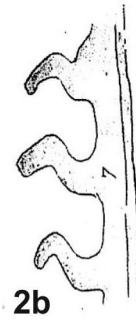


**Fig. 35.-** Taxones nuevos de Monograptidos (*nomina oblita*) propuestos por Hernández Sampelayo (1960) en el Silúrico centroibérico.

- 1, *Monograptus crenularis-setiger*.
- 2a-b, *Monograptus* aff. *densus* Perner (var. *distans*).
- 3, *Monograptus fimbriatus* var. *minimo*.
- 4, *Monograptus hydrargiri-tortilis*.
- 5a-b, *Monograptus hydrargiri*.
- 6a-c, *Monograptus hydrargiri-rostellum*.
- 7a-c, *Monograptus hydrargiri-rostratum*.
- 8, *Monograptus intermedius-runcinatus*.
- 9, *Rastrites hydrargiri (distans)*.
- 10, *Rastrites peregrinus-hdrargiri*.
- 11, *Rastrites spnia-convolutus*.

Todos los ejemplares derivan de la región de Almadén (Ciudad Real), excepto 2a (Los Guindos, Jaén), 2b (Cabeza del Buey, Badajoz), 4 y 8 (Alía, Cáceres). Reproducidos al mismo tamaño que en las láminas originales

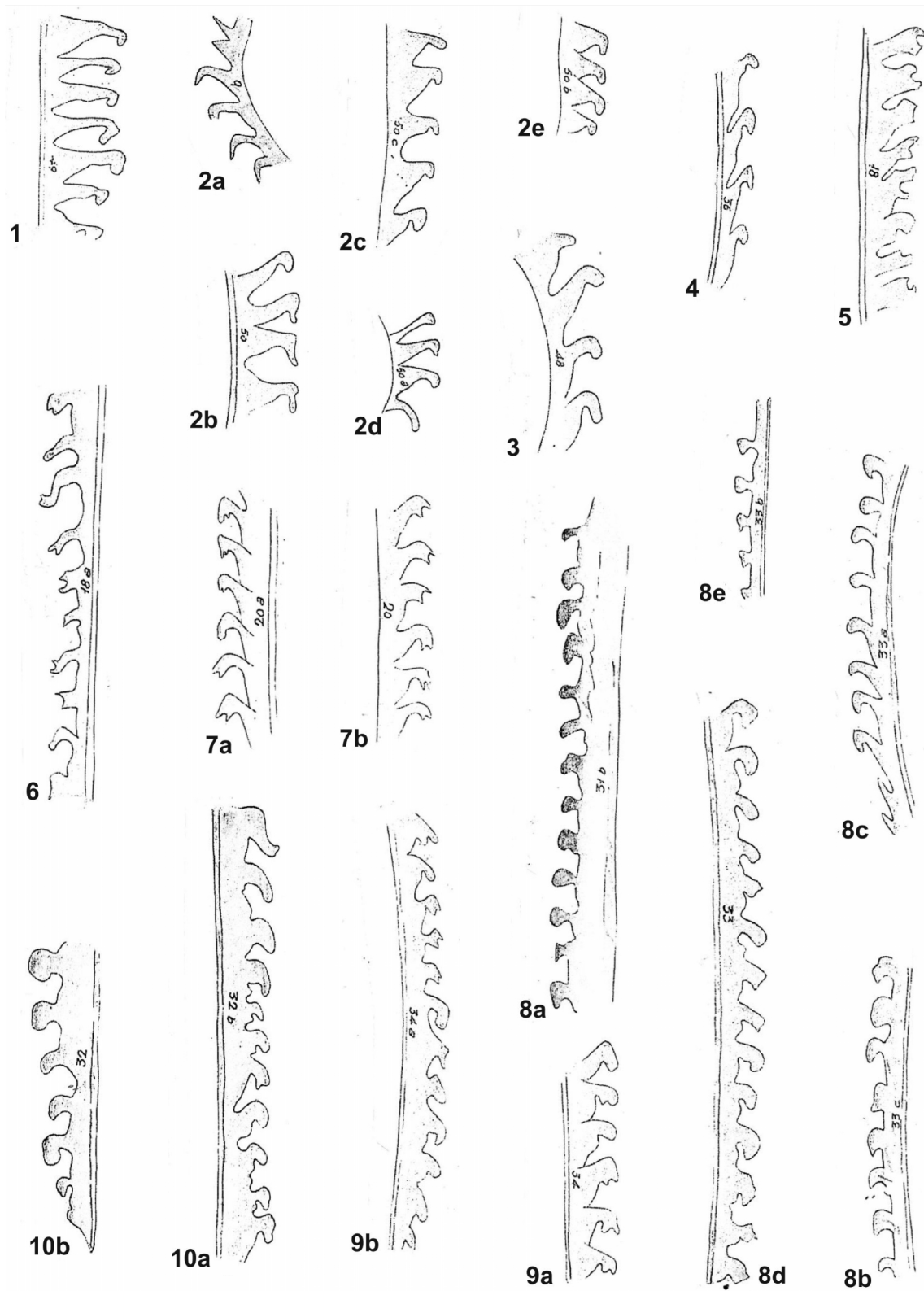




**Fig. 36.-** Taxones nuevos de Monograptidos, propuestos por Hernández Sampelayo (1960)  
en el Silúrico de la región de Almadén considerados aquí como *nomina oblita*

- 1, *Monograptus ancylus*.
- 2a-e, *Monograptus rostratus-ancylus*.
- 3, *Monograptus rostratus*.
- 4, *Monograptus rostratus* aff. *Clingani*.
- 5, *Monograptus rostellum*.
- 6, *Monograptus* cf. *rostellum*.
- 7a-b, *Monograptus priodon-rostellum*.
- 8a-e, *Monograptus lobiferus* (n. var. *distans*).
- 9a-b, *Monograptus lobiferus-rostellum*.
- 10a-b, *Monograptus lobiferus* var. *altus*.

Todas ellas descritas en la región de Almadén (Ciudad Real). Reproducido al mismo tamaño que las figuras originales.



## 6.3 OTROS GRUPOS FÓSILES

Como ya dijimos en la introducción, el grupo fósil mejor representado en la zona de estudio son los graptolitos, que abundan en las pizarras negras ampelíticas, donde han sido mencionados por todos los estudios precedentes. Sin embargo, las faunas acompañantes a los graptolitos se citan de manera esporádica en una pequeña parte de ellos. La primera referencia a fósiles distintos de los graptolitos es la de Prado (1855), quien citaba junto a ellos la frecuente asociación de conchas aplastadas de pequeños braquiópodos y cefalópodos.

Entre los restantes grupos fósiles representados en las pizarras graptolíticas, así como en los nódulos contenidos dentro de ellas, se han realizado muy pocos estudios, restringidos prácticamente a los bivalvos ilustrados por Puschmann (1967) y Kříž (2005); a los conodontos identificados por Sarmiento y Rodríguez Núñez (1991), Sarmiento y García Palacios (1996) y Sarmiento en Loydell *et al.* (2009); al trilobites ilustrado por García Palacios y Rábano (1996) y a los euriptéridos mencionados por Rábano *et al.* (1989) y Gutiérrez-Marco *et al.* (1997a). El conjunto de estas publicaciones representan meros análisis preliminares de cada uno de los grupos fósiles respectivos, dado que, como muestran nuestros propios datos, aun queda mucho por hacer y grupos completos como gasterópodos, cefalópodos, braquiópodos, cnidarios, equinodermos, ostrácodos o cornulítidos no han sido nunca tratados para el Silúrico de la zona de estudio, lo que abre un amplio campo para investigaciones futuras.

Como el propósito esencial de esta tesis es caracterizar a grandes rasgos la estratigrafía de los materiales silúricos surcentroibéricos, y centrarnos en el estudio bioestratigráfico de los graptolitos para su datación y correlación, la descripción de la fauna acompañante a estos últimos excede claramente nuestros objetivos. No obstante, a continuación pasaremos a comentar brevemente e ilustrar los principales hallazgos de fósiles bentónicos y nectónicos registrados en el transcurso del estudio, y que también aportan ciertos datos paleobiogeográficos y paleoambientales al marco de la tesis.

### 6.3.1 Filo Arthropoda

Los fósiles de artrópodos son poco frecuentes en el Silúrico surcentroibérico. Los más habituales corresponden a restos fragmentarios y desarticulados de euriptéridos y filocáridos, a los que se suman, en ciertos niveles o localidades aisladas, escleritos de trilobites y ostrácodos, a veces con las valvas en conexión.

La fosilización de los artrópodos es bastante deficiente en líneas generales, debido al aplastamiento acusado de los restos conservados en pizarras graptolíticas, por causa de la escasa mineralización de los caparazones de euriptéridos y filocáridos, cuyos fragmentos tridimensionales son muy raros en el interior de nódulos y materiales carbonatados.

#### 6.3.1.1 Euriptéridos

Son artrópodos quelicerados (subfilo Cheliceromorpha) de caparazón débilmente mineralizado y, en su mayoría, predadores nectónicos de tamaño pequeño a medio,

aunque entre ellos se cuenten los mayores artrópodos conocidos (Lamsdell y Braddy, 2010).

El registro de euriptéridos en el Paleozoico perigondwánico es muy escaso y ha sido compilado por Braddy *et al.* (1995). A nivel del suroeste de Europa, la mayoría de las citas se concentra en materiales del Devónico Inferior marino y del Pennsylvaniense continental. Rábano *et al.* (1989) citan la presencia del grupo en diversas localidades silúricas del Pirineo y los macizos Armoricano e Ibérico, a las que se sumaron luego los primeros hallazgos en Cerdeña (Gnoli, 1992; Corradini *et al.*, 2009). No obstante, ninguno de los estudios precedentes dio lugar a identificaciones taxonómicas precisas, lo que está generalizado también entre los trabajos que mencionan euriptéridos del Silúrico en el área mediterránea: Waterlot y Lévêque (1960) en Marruecos; Depitout (1962) en Libia y Argelia; Kjellesvig-Waering (1964) en el norte de Libia, etc.; con la relativa excepción de los euriptéridos del Silúrico de Bohemia, bastante mejor conocidos (Prantl y Přibyl, 1948; Chlupáč, 1994). El conjunto de estudios confirma la presencia de restos de Pterygotoidea y Mixopteroidea en el rango Llandovery superior-Pridoli, siendo en su mayoría de difícil a imposible determinación, incluso a nivel genérico, debido al carácter altamente fragmentario de la mayoría de los ejemplares, muchos de los cuales corresponderían a caparazones de cerca de 1 m de longitud o más.

En la Zona Centroibérica los primeros registros de euriptéridos fueron confundidos con trilobites o peces. Esto sucedió en rocas devónicas del norte de Portugal, donde Priem (1911) consideró a la gnatobase de una coxa como un contorno de trilobites con pleuras espinosas, y a mandíbulas y fragmentos cuticulares como pertenecientes a restos de peces primitivos. Teixeira (1981) atribuye el primero de estos elementos a la pata natatoria de *Pterygotus*, lo mismo que nuevos fragmentos de euriptéridos silúricos encontrados en pizarras graptolíticas en la región de Portalegre (borde sur de la Zona Centroibérica). En el sector español, Márquez Triguero (1961) refiere el descubrimiento de un posible “resto de pez” en las pizarras telychienses de San Benito (Ciudad Real), en el que distingue “un relieve escamoso de formas triangulares con puntas”. El ejemplar se conserva en el Museo Geominero de Madrid, y de su revisión no cabe duda que se trata de un fragmento cuticular de euriptérido. Algunas ilustraciones posteriores de euriptéridos silúricos centroibéricos fueron presentadas en los trabajos de Rodríguez-Núñez (1989) y Gutiérrez-Marco *et al.* (1997a).

En su análisis preliminar sobre los restos de euriptéridos del Silúrico ibero-armoricano, Rábano *et al.* (1989) determinan la existencia de posibles megalograptidos y pterigótidos en las facies graptolíticas del Telychiense-Sheinwoodiense basal, que relacionan con la biofacies “Carcinosomatidae-Pterygotidae” de Kjellesvig-Waering (1961), indicativa de ambientes marinos neríticos.

Durante la realización del presente estudio hemos recolectado alrededor de un centenar de fragmentos cuticulares y apendiculares de euriptéridos, ninguno de ellos identificable a nivel genérico o específico. Parte del material se ilustra en las láminas 23 y 24. La mayoría de los ejemplares procede de niveles telychienses, comprendidos entre las biozonas de *Streptograptus crispus* y *Oktavites spiralis* en toda el área de trabajo (sinclinales de Guadarranque, Corral de Calatrava, Almadén, Guadalmez y Sierra Morena oriental). El registro prosigue en niveles sheinwoodienses (sobre todo de la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni*) en los sinclinales de Corral de Calatrava, Almadén (?) y Guadalmez; así como en la Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*

(Homeriense basal) de Zarza de Alange (Badajoz). Los restos de euriptéridos más modernos proceden del Ludfordiense (Ludlow) de Alange (Badajoz).

Desde el punto de vista morfológico el material estudiado podría desdoblarse, al menos, en dos taxones distintos, que describimos someramente siguiendo la terminología de Tollerton (1989).

El primer taxón se halla representado únicamente por el extremo proximal (gnatobase) de la coxa de una pata no identificada (locomotora IV-V o natatoria VI). Sus características más destacables (Lám. 24, fig. 10) son el reducido tamaño de la gnatobase (la longitud del borde proximal es inferior a 20 mm) y la presencia de más de 18 dientes diminutos de morfología y dimensiones similares, que se atenúan en sentido posterior antes de alcanzar el borde redondeado posterior. Esta denticulación es muy similar a la de los hughmilleriidos (superfamilia Pterygotoidea), si bien no podemos asegurar la identificación a través de este solo ejemplar. En el mismo yacimiento apareció lo que podría ser un telson de tipo foliado (más alargado que el que ilustra Tollerton, 1989), con leves indicios de una cresta central, pero cuya conservación recuerda igualmente a un resto aplastado de cefalópodo.

El segundo taxón constituye la forma predominante entre las pizarras graptolíticas del Telychiense y Sheinwoodiense, donde el material reviste siempre unas características muy similares en el conjunto de yacimientos estudiados. A juzgar por las grandes dimensiones de algunos fragmentos del metastoma y segmentos del opistosoma, así como por el que presentan ciertas escamas triangulares de la cutícula, algunos individuos debieron alcanzar un tamaño considerable, próximo al metro de longitud. Por ello se comprende que a través de pequeños fragmentos sea muy difícil llegar a una identificación taxonómica precisa, dado que, además, a día de hoy no se han hallado restos reconocibles de prosomas, ojos, segmentos completos o articulados del opistosoma, piezas operculares y apéndices genitales, podómeros completos de los diferentes apéndices (especialmente los más distales del VI o natatorio) y restos incuestionables del telson, que son los elementos imprescindibles para la clasificación genérica o específica (Kjellesvig-Waering, 1958). No obstante, el material centroibérico permite avanzar un “retrato-robot” incompleto con parte de la configuración de este taxón.

Prosoma.- El único fragmento atribuible al prosoma es el ilustrado en Lám. 23, fig. 6, cuyo contorno se aproximaría al de los morfotipos trapezoidal o campaniforme de Tollerton (1989). Su conservación ventral permite apreciar el inicio de un doblez del tipo *Pterygotus*. La dimensión mínima estimada para este prosoma sería de 8-9 cm de longitud antero-posterior.

Opistosoma.- Disponemos de varios fragmentos de segmentos, que alcanzarían longitudes comprendidas entre 3 y 8,5 cm (sag. y exsag.). El hecho de que no se observe una neta distinción entre elementos cortos y anchos y otros proporcionalmente más largos y estrechos, sugiere que no habría una distinción apreciable mesosoma-metasoma y, en consecuencia, el opistosoma podría corresponder al tipo indiferenciado de Tollerton (1989). Los segmentos aumentan en longitud antero-posterior (exsag.) cerca de sus extremos laterales, por lo que su margen posterior tiende a ser cóncavo en el mismo sentido.

Metastoma.- Únicamente disponemos de un fragmento atribuible a esta pieza, que comprende parte del borde anterior, y que alcanzaría unos 6 cm de anchura (Lám. 23, fig. 10). El margen presenta una invaginación central, con hombreras laterales redondeadas, similar a la ilustrada para los morfotipos pararectangular u obovado de Tollerton (1989). El “ángulo de cordaje” (cordation) delimitado por la invaginación es de 85°. Por su simetría, no creemos probable que la pieza descrita corresponda a la parte antero-mesial de la coxa de un apéndice natatorio, única alternativa a su interpretación como un fragmento del metastoma.

Telson.- Los únicos elementos atribuibles a esta pieza son gruesas espinas falciformes (Lám. 24, figs. 11-12) que plantean el problema de corresponder, bien a un telson estiliforme curvado (Tollerton, 1989) de anchura inusual, o bien a los lóbulos laterales del telson en pinza, que hasta ahora se consideraba exclusivo de los megalograptidos ordovícicos (Caster y Kjellesvig-Waering, 1952, 1964).

Apéndices.- Nuestro material comprende numerosos fragmentos coxales y un pequeño número de podómeros mesiales y distales, en conexión anatómica. De la coxa se conserva normalmente el extremo proximal, de aspecto serrado por la presencia de 13 a 15 dientes cuyo tegumento sería muy grueso, razón por la cual son una de las piezas más fácilmente fosilizables de todo el caparazón. La variación morfológica apreciada en el borde denticulado de las coxas, permite deducir una diferenciación antero-posterior entre las correspondientes a los apéndices IV a VI. En este sentido, los dientes presentes en la coxa de los apéndices más anteriores (IV?) son los más alargados y estrechos y adoptan una morfología de espinas recurvadas (Lám. 24, fig. 9). La coxa que atribuimos al apéndice V presenta un borde proximal con dientes pequeños y de parecidas dimensiones, que tienden a aumentar levemente de tamaño en sentido posterior (Lám. 24, figs. 2, 4). Por último, la coxa del apéndice natatorio (VI) presentaría los extremos proximales de mayores dimensiones (Lám. 24, figs. 1, 3, 5-6), con fuertes denticulos anchos y curvados, que decrecen rápidamente en tamaño en sentido posterior. Entre los morfotipos V y VI, quedaría otro representado por los ejemplares ilustrados en la Lám. 24, figs. 7-8, caracterizado por un tamaño intermedio, y donde los dientes se atenúan también en sentido posterior, si bien no llegan a ser tan prominentes y curvados como los asignados a la pata natatoria. Este último elemento introduce la posibilidad de la existencia de dos taxones, de la diferenciación sexual en un único taxón (bien documentada para los apéndices genitales en euriptéridos), o bien de que correspondan al apéndice V. En este caso, las coxas de los apéndices identificados hasta aquí como IV y V, corresponderían en realidad a las de los apéndices III y IV. Hay que destacar que en dos casos los extremos coxales de los apéndices V y VI han fosilizado en superposición anatómica (Lám. 24, fig. 6).

Como fragmentos mesiales de apéndices, ilustramos dos ejemplos de 3-4 cm de anchura (Lám. 23, figs. 8 y 11) que corresponden, en un caso, a la articulación entre dos podómeros no identificados, tal vez de la pata natatoria en atención a sus grandes dimensiones. Por lo que respecta a los podómeros distales, se han identificado varios extremos espinosos correspondientes a patas locomotoras (Lám. 23, fig. 13; Lám. 24, figs. 13 y 16). Todos ellos terminan en un penacho de al menos 6 espinas muy alargadas y estrechas (27 x 0,9 mm), en cierto modo similares a las conocidas en los morfotipos *Mixopterus* A y C (Tollerton, 1989), que vienen precedidas por un podómero con espinas restringidas a uno de los lados (supuestamente el orientado en posición

anterior). Además del morfotipo *Mixopterus*, la presencia de espinas distales largas se conoce únicamente entre los apéndices II y III de los megalograptidos.

**Ornamentación.-** La superficie de todos los tergitos y ciertos sectores de algunos podómeros se encuentran profusamente ornados por pliegues cuticulares. La morfología de éstos varía en sentido antero-posterior y lateral dentro de cada tergito, distribuyéndose a grandes rasgos en pliegues cortos lineares (en el borde anterior), escamas semilunares, progresivamente más arqueadas en sentido posterior; y escamas triangulares que hacia atrás van siendo más grandes y puntiagudas. El conjunto de estos tipos y la transición gradual de un morfotipo a otro en sentido antero-posterior, puede observarse en la Lám. 24, figs. 14-15, 17-18 y en la Lám. 23, figs. 1-3, 7 y 12. Algunos fragmentos cuticulares cobran más raramente un aspecto pustuloso (Lám 23, fig. 14). En los tergitos más grandes del opistosoma, las pústulas aparecen ordenadas a veces en hileras dispuestas en el borde lateral (Lám. 23, fig. 4-5, 9).

Desde el punto de vista taxonómico, el conjunto del material disponible para los niveles del Telychiense-Sheinwoodiense podría corresponder a una forma nueva de euriptérico, difícil de caracterizar en tanto no se conozca el resto de elementos que faciliten una diagnosis completa, pero de la que no existe constancia en la bibliografía. En particular, resalta la mezcla de morfologías semejantes a la de los pterygotoideos hughmilleriidos y los mixopteroideos carinosomátidos, asociados a ciertos rasgos propios de los megalograptidos (*Eurypterina* basales). La transición entre los dos primeros tipos ya había sido descrita en un taxón ordovícico (Stott *et al.*, 2005), y las dificultades de distinguirlos en fragmentos procedentes del Silúrico argelino fue manifestada por Caster y Kjellesvig-Waering (1964), quienes reinterpretaron como carinosomátidos los pterigótidos descritos por Depitout (1962). No obstante, la posible pervivencia del telson prensil de los megalograptidos entre el material del Silúrico centroibérico, con rasgos transicionales con los grupos anteriores, representa un hecho totalmente nuevo, que deberá ser confirmado con el descubrimiento de nuevo material. En el Llandovery del Macizo Armoricano francés también se conocen euriptéricos de afinidades megalograptidas, indicadas por el especialista Leif Størmer en una carta personal a Florentin Paris, fechada el 2 de diciembre de 1975, y cuyo contenido nos ha sido dado a conocer por este último.

La presencia de euriptéricos en el Silúrico de la zona de estudio hay que destacarla por el limitado potencial de preservación de este grupo fósil, de cutículas poco o nada mineralizadas, y también por el hecho de registrarse en ambientes plenamente marinos. Las biofacies de Kjellesvig-Waering (1961, 1979) fueron cuestionadas por Plotnick (1997) y Braddy (2001), en trabajos donde se destaca el carácter anfíbio de estos artrópodos. No obstante, para el Silúrico se admite que todos los registros marinos de euriptéricos representarían aguas someras y que el carácter fragmentario y desarticulado de la mayoría de sus restos implicaría tanto el transporte y dispersión de exuvios por corrientes, como el sesgo tafonómico para la conservación general de los caparazones (Tetlie, 2007).

El material estudiado procede esencialmente de pizarras negras telychienses. Las principales localidades se sitúan en los sinclinales de Guadarranque (nivel SP-A-1 (= PS-4), Corral de Calatrava (niveles CO-10, CO-12, CO-12 +40-60, CO-12 +60-70, CO-12 +160-180, CO-13, CO-14, CO-15 +0-20, CO-15 +60-80, CO-15 +80-100, CO-16, CO-16/17 -40-60, CO-16/17 -60-80, CO-16/17, CO-16/17 +100-120 y CC GU JA-11),



Almadén (niveles AL AM-W y AL LP-C, Loc. 5 y Loc. 19 ), Guadalmez (niveles GM AL-2, GM AL-1, GM-H, EB-2, Loc. 25, Loc. 28 y Loc. 32), Valdeazogues-Puertollano (nivel PT RE-11), en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches [niveles SB PQ-19, SB PQ-20 (?) y N18-SB1-24394 (=SB PQ-25?)] y en Sierra Morena oriental (nivel EC SE 3G de El Centenillo y Loc. IN GM 05-05-M4 de la Hoja MAGNA 21-33).

Otras localidades con fósiles de euriptéridos en pizarras negras del Sheinwoodiense se sitúan en los sinclinales de Corral de Calatrava (nivel CO-18), Guadalmez [niveles CHW-12 y GM GN-6 y Loc. 22(?)], Valdeazogues-Puertollano (nivel PT VAZ-14), en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches (niveles SB PQ-28 (?) y GM EC-7); en Alange (Badajoz), en cambio, el yacimiento tiene una edad Homeriense inferior.

### 6.3.1.2 Trilobites

En la zona de estudio sólo hemos logrado caracterizar dos taxones de trilobites facópidos, restringidos a sendas localidades del sinclinal de Corral de Calatrava y de la prolongación de los supuestos materiales silúricos bajo el subsuelo manchego, al este del eje Manzanares-Valdepeñas (Ciudad Real).

La primera especie aparece restringida a un horizonte de 10-20 cm de espesor, localizado unos 14 m por encima de la base de las pizarras con graptolitos en la sección del río Jabalón (Corral de Calatrava: nivel CO-12). Nuestro material es idéntico al descrito por García Palacios y Rábano (1996), quienes citan restos craneales, pigidios y fragmentos del tórax del dalmanítido *Preodontochile batalleri* (Hernández Sampelayo) (Lám. 28, figs. 3, 5, 7). Este se caracteriza por presentar una glabella trapezoidal, delimitada por surcos dorsales sinuosos, con S1 y S2 transversos y S3 oblicuos. El borde anterior cefálico es muy estrecho y las fixigenas, amplias, se prolongan en puntas genales. Los ojos son pequeños y tienen los lóbulos palpebrales bien desarrollados. Los segmentos torácicos son estrechos y espinosos, con surcos pleurales bien marcados; el raquis torácico es comparativamente muy estrecho en relación a las pleuras. El pigidio es subtriangular y se prolonga en una larga punta caudal. Los márgenes laterales culminan en un fino reborde. El raquis pigidial es muy estrecho y comprende 15 anillos más una pequeña pieza terminal, con la segmentación bien marcada lateralmente. Las áreas pleurales poseen 11 costillas con surcos bien marcados, separadas por surcos interpleurales anchos y de fondo liso, especialmente en la mitad anterior del pigidio (García Palacios y Rábano, 1996). La especie *P. batalleri* fue definida en el Telychiense del Pirineo leridano (Hernández Sampelayo, 1944) y reedescrita por Degardin y Pillet (1983) como “*Dalmanites (Preodontochile) camprodonensis*”, un claro sinónimo posterior del primer taxón. García Palacios y Rábano (1996) sitúan los representantes ibéricos de la especie en la Biozona de *Oktavites spiralis*, pero de acuerdo con Loydell *et al.* (2009) el horizonte fosilífero podría debutar en la Biozona de *Torquigraptus tullbergi*.

La segunda forma de trilobites encontrada en el Silúrico del área surcentroibérica se encuentra representada por un pigidio procedente de un sondeo de posición geográfica y estratigráfica imprecisa (Llandovery o Wenlock). Se trata de un facópido que difiere de la forma anterior por el contorno semicircular del pigidio, en vez de triangular como el de *P. batalleri*. El raquis es estrecho y no parece terminar en punta caudal; consta de 9 segmentos más una pieza terminal alargada. Las pleuras comprenden 9 costillas separadas

por surcos pleurales estrechos. Los surcos interpleurales apenas se marcan en sentido proximal, y todo el pigidio se halla ornamentado por una granulación muy fina.

### 6.3.1.3 Filocáridos

Son crustáceos malacostracos nectónicos, con representantes actuales. Tienen un caparazón bivalvo que recubre el tórax, formado por 8 segmentos y del que asoma el abdomen compuesto por 7 segmentos ápodos más el telson, a su vez articulado con un par de furcas. El registro de filocáridos es relativamente escaso en el Silúrico perigondwánico, donde los principales trabajos se centran en las faunas bohémicas (Chlupáč, 1963, 1984, 1994; Budil *et al.*, 2010), la Montagne Noire y el Macizo Armoricano francés (Chaubet, 1937; Racheboeuf, 1994) y Cerdeña (Jaeger, 1976; Gnoli y Serpagli, 1984; Gnoli y Serventi, 2005; Gnoli *et al.*, 2009). Estos estudios muestran la presencia de diversos arqueostracos ceratiocarídidos pertenecientes a los géneros *Ceratiocaris* McCoy, *Bohemiacaris* Chlupáč, *Warneticaris* Racheboeuf, *Aristozoe* Perner y *Montecaris* Jux, los dos últimos restringidos al Pridoli.

Los filocáridos son raros en el área de estudio, donde sus restos se limitan a elementos mandibulares y a furcas del telson, documentados como moldes en las pizarras negras graptolíticas o conservados tridimensionalmente en nódulos. Del caparazón tan sólo se ha encontrado un fragmento mal conservado, sin vestigios de ornamentación (Lám. 25, fig. 2), así como posibles restos de caparazones poco determinativos, que no corresponderían a ceratiocarídidos (Lám. 25, fig. 14).

Los fragmentos caudales incluyen diminutas furcas aisladas, con ornamentación longitudinal muy fina y forámenes para la inserción de setas (Lám. 25, fig. 18), y fragmentos caudales de filocáridos ceratiocarídidos preservados en nódulos (Lám. 25, figs. 1 y 15). Estos últimos corresponden a dos taxones. La forma más antigua (Biozona de *Oktavites spiralis*: Lám. 25, fig. 15) revela la presencia de un nuevo género, que tiene una ornamentación en la parte anterior del telson similar a la de los segmentos abdominales de *Ceratiocaris papilio* Salter. Esta ornamentación es muy distinta a la que presenta, esta misma pieza, tanto en la especie citada como en *Bohemiacaris bohémica* (Barrande). En ambas predomina un patrón de crestas longitudinales, onduladas irregularmente, diferente de la ornamentación escamoso-linguoides de nuestro material. La sección del telson estudiado comportaría, al menos, dos surcos longitudinales y una fila dorsal de gruesos forámenes, que corresponderían a la base de espínulas, espaciadas regularmente (4 en 10 mm). Del segundo taxón (Lám. 25, fig. 1) contamos con un fragmento mesio-distal del telson cuyas carenas longitudinales, más la hilera dorsal de forámenes, permiten identificarlo como *Bohemiacaris* cf. *bohémica* (Barrande), si bien el número de espínulas (5-6 en 10 mm) resultaría inferior al que presenta la forma nominal (8-10 en 10 mm). No obstante, la posible presencia de la especie en el Pridoli surcentroibérico concuerda con el rango Ludlow-Pridoli que alcanza este taxón en Europa central y occidental (Chlupáč, 1994; Racheboeuf, 1994; Gnoli *et al.*, 2009).

Finalmente la mayor abundancia de restos de filocáridos corresponde a mandíbulas derechas e izquierdas aisladas (Lám. 24, fig. 6; Lám. 25, figs. 4-13, 16-17), o bien agrupadas en clusters de diferentes individuos (Lám. 25, fig. 3). El aspecto de estas mandíbulas es muy variable dependiendo de su conservación como molde externo o interno, o la orientación en el sedimento. Podrían estar representados dos taxones, uno

de contorno oclusal falciforme, con dientes más gruesos en el centro (por ej. Lám. 25, figs. 5-8) y un segundo morfotipo menos arqueado, con dientes más gruesos en uno de los extremos (Lám. 25, figs. 10-13, 16-17). El material de ambos grupos procede esencialmente de pizarras negras telychienses, donde uno de ellos podría estar relacionado con el nuevo género de telson conservado en nódulos, y el otro con mandíbulas de superficie oclusal falciformes, semejantes a las de *Ceratiocaris* ex gr. *bohemicus* Barrande (comparar con Dzik, 1980). Las principales localidades se sitúan en los sinclinales de Corral de Calatrava (niveles CO-8, 2m11 (= CO-11 +2), CO-12, CO-14, sobre CO-16/17, CO-17, CC GU JA-14, CC GU JA-15), Almadén (Loc. 2 ) y Guadalmez (niveles GM AL-2, GM AL-1, GM-H, GM GN-5, GM GN-6, EB-2, EB-2A, EB-3A, EB-5, EB-6, Loc. 12, Loc. 32) y en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches [niveles SB PQ-21 (?), SB PQ-22 (?)].

Otras localidades con restos mandibulares en pizarras negras del Sheinwoodiense se localizan en los sinclinales de Corral de Calatrava (niveles CO-18, CO-19, CO-26, CO-29, CO-32), Almadén (Loc. 5), Valdezogues-Puertollano (niveles PT RE-19, PT VAZ-14, PT VAZ-8?, PT VAZ-12?), Guadalmez (niveles CHW-1+2 (?), CHW-4, CHW-23, Loc. 28) y en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches (niveles GM EC-1, GM EC-5, GM EC-7, GM EC-8, SB PQ-32, SB PQ-35, SB PQ-36, SB PQ-38). Su distribución temporal puede llegar al Ludlow en esta última estructura (niveles SB PQ-49 (?), SB PQ-56).

### 6.3.1.4 Ostrácodos

Estos crustáceos son fósiles raros en el Silúrico surcentroibérico, donde se hallan restringidos a escasas formas del orden Myodocopida, que cuenta también con representantes actuales. A nivel del suroeste de Europa, se ha reactivado recientemente el estudio de los ostrácodos silúricos, como ocurre en Cerdeña (Gnoli *et al.*, 2009; Perrier *et al.*, 2011) y el Macizo Armoricano francés (Perrier *et al.*, 2007, 2011; Perrier, 2012). Sin embargo, apenas existen referencias a la composición de estas faunas en Iberia (Siveter *et al.*, 1987). La mayoría de las formas descritas hasta el momento en el margen perigondwánico son taxones de bolbozoides, cipridínidos y entomozoides que se distribuyen entre el Wenlock y el Pridoli, desconociéndose prácticamente en el Llandovery.

El material estudiado por nosotros procede de localidades aisladas de edad Telychiense (Localidades D-3 y GM-H en el sinclinal de Guadalmez) y Ludlow?-Pridoli (inmediaciones del Puerto Calatraveño, al sur del eje de Los Pedroches). El yacimiento GM-H corresponde a pizarras graptolíticas con nódulos, localizadas en la Biozona de *Oktavites spiralis*. Se trata de un punto excepcional, donde los graptolitos se asocian a frecuentes elementos bentónicos y necto-bentónicos (bivalvos, cefalópodos, euriptéridos, filocáridos, braquiópodos, etc.), ausentes o bastante raros en el resto de secciones del Telychiense centroibérico. Los ostrácodos se hallan representados por dos formas distintas de Myodocopida. La primera es un taxón probablemente nuevo, del que no hemos encontrado ninguna referencia en la bibliografía del grupo y que se conserva aplastado en pizarras, a veces con las dos valvas en conexión (Lám. 34, figs. 20-23). Las valvas miden 2-2,5 mm de longitud y tienen un contorno semioval. En la mitad anterior se distinguen dos lóbulos prominentes, delimitados por surcos que se atenúan en sentido

ventral. El lóbulo posterior es más pequeño que el anterior y a veces conserva indicios de un surco central que se orienta en sentido antero-ventral. La superficie del caparazón es lisa. Además del yacimiento GM-H, este taxón podría estar también representado en la vecina localidad D-3 (de la misma edad) por valvas de dimensiones y características similares, pero peor conservadas (Lám. 34, figs. 13-14).

La segunda especie reconocida en la localidad GM-H se limita a dos valvas desarticuladas, pertenecientes probablemente al mismo individuo, conservadas en relieve pleno en el interior de un nódulo (Lám. 34, figs. 15-19). Las valvas son más grandes que las de la forma anterior (9 mm de longitud), muy convexas y de contorno ovoide. Están atravesadas por un surco central sinuoso, cóncavo hacia adelante, donde no se aprecian vestigios del músculo aductor. En la región anterior existe un bulbo o nodo central prominente, próximo al margen dorsal. La superficie externa de la valva carece de ornamentación. Las características que acabamos de enumerar relacionan nuestro ejemplar con ciertos *Myodocopa* bolbozoides, similares al género *Entomozoe*, pero para poder identificarlo con seguridad sería necesario disponer de otro material en mejor estado de conservación. Hasta la fecha, el registro de *Entomozoe* se restringía al Llandovery de paleolatitudes tropicales a subtropicales (Siveter y Vannier, 1990; Siveter y Bogolepova, 2006), por lo que su posible hallazgo en la Península Ibérica resulta de gran interés.

El último grupo de ostrácodos lo hemos hallado en materiales con componente carbonatado del Ludlow?-Pridoli en el sector del puerto del Calatraveño. La primera de las formas reconocidas corresponde a un posible cipridínido de valvas ovoides y diminutas, que llega a formar una lumaquela de espesor centimétrico (Lám. 34, fig. 25). La ausencia de surco y la ornamentación corrugada de algunos ejemplares, los aproxima a algunos miembros de la superfamilia Cypridinacea del Silúrico del suroeste de Europa (Perrier *et al.*, 2011). El segundo taxón está representado por una valva derecha asilada (Lám. 34, fig. 24), que muestra un contorno subovoide, con un surco anterior bien marcado, que delimita un bulbo antero-dorsal prominente. A pesar de desconocerse los detalles rostrales, la ausencia de ornamentación y de un proceso caudal posterior, permite identificar el ejemplar como *Bolbozoe* cf. *anomala* Barrande. Esta especie es una de las formas más comunes entre los ostrácodos del Wenlock superior a Pridoli del suroeste de Europa y Bohemia, donde su rango puede alcanzar el Lochkoviense (Přibyl, 1988; Perrier *et al.*, 2011; Perrier y Siveter, 2013). En el olistostroma carbonífero del valle del Guadalquivir (Córdoba), Gutiérrez-Marco *et al.* (2014) citan también restos de ostrácodos bolbozoides, representados muy ocasionalmente en cantos de caliza fosilífera del Pridoli terminal.

El conjunto de ostrácodos encontrados aporta novedades al conocimiento del grupo por la presencia de al menos dos taxones nuevos de edad Telychiense, un momento crucial en la evolución del grupo, coincidente con la primera colonización de los nichos pelágicos por parte de ciertos bolbozoides (Siveter, 1984; Siveter *et al.*, 1987, 1991; Vannier y Abe, 1992). No obstante, existen razones para pensar que la mayoría de las formas identificadas por nosotros fueron bentónicas a necto-bentónicas, salvo *Bolbozoe anomala*, que sería una especie pelágica (Vannier y Abe, 1992; Perrier *et al.*, 2011; Perrier y Siveter, 2013).

### 6.3.2 Filo Mollusca

#### 6.3.2.1 Gasterópodos

Esta clase de moluscos aparece representada por vez primera en las facies graptolíticas del Silúrico de la región surcentroibérica. Comprende únicamente dos ejemplares aislados de arqueogasterópodos y uno de belleronfontáceo. Al presentarse completamente aplastados y mal conservados, se hace imposible una identificación taxonómica completa.

El ejemplar más antiguo entre los arqueogasterópodos procede de la Biozona de *Oktavites spiralis* de Corral de Calatrava (Lám. 28, fig. 10) y tiene una concha trocoespiral muy elevada, de al menos seis vueltas, similar a la de los arqueogasterópodos loxonematáceos. De acuerdo con Peel (1978) y Rohr (1997), este grupo aparece en ambientes de plataforma marina somera y fondo blando, con hábitos sedimentívoros epifaunales a infaunales.

El segundo de los ejemplares es ligeramente más moderno que el precedente. Procede de la base de la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches, y tiene una concha muy distinta, próxima a la de los arqueogasterópodos neritimorfos (Lám. 28, fig. 9). Esta relación se sustenta también en la protoconcha espiral abierta visible en nuestro ejemplar, descrita en los *Cyrtoneritimorpha* (Frýda, 1999).

Dentro del Macizo Hespérico las restantes citas de arqueogasterópodos trocoespirales en las pizarras graptolíticas del Silúrico se circunscriben a la mención de *Holopella* sp. en la región de Barrancos (Zona de Ossa-Morena portuguesa) hecha por Delgado (1908). El mismo autor cita diversos gasterópodos del “Silúrico superior” en las capas altas de Valongo (*Murchisonia*, *Pleurotomaria*, *Bellerophon*: Delgado, 1908, p. 120) y en las “areniscas superiores” de Amendoa, Penha García y Mação (*Murchisonia* o *Loxonema*, *Pleurotomaria*, *Holopea*, *Platyostoma*, *Bellerophon* y *Capulus*: Delgado, 1908, p. 77, 81). Sin embargo, gran parte de estas citas pueden ser reasignadas a materiales del Devónico Inferior.

Otra novedad adicional de nuestro estudio es el primer hallazgo de *Pterotheca* en el Silúrico centroibérico, limitado a un ejemplar aplastado de reducidas dimensiones (3 mm de longitud antero-posterior). Se trata de una concha de contorno subtriangular-redondeado, preservada por su cara dorsal (Lám. 33, fig. 27), que se presenta dividida por una quilla central estrecha, la cual termina en una somera escotadura en el margen anterior. El ápex ocupa una posición marginal. Sobre ambos lóbulos de la concha se reconocen líneas de crecimiento espaciadas irregularmente, y en el lóbulo izquierdo se trasluce una línea divergente a partir del ápex, que delimitaría uno de los dos apoyos ventrales del septo triangular, tan característico de los bellerofóntidos *Pterothecinae*. Éstos comprenden dos géneros, *Pterotheca* Salter (Ordovícico Medio-Llandovery) y *Cyclothea* Teichert (Wenlock), diferenciables por la quilla y la cavidad interna de la concha (Teichert, 1935; Clarkson *et al.*, 1995). El aspecto general de nuestro ejemplar difiere de *C. bohémica* (Barrande) por la presencia de un septo triangular aparentemente más corto y divergente, y la neta escotadura anterior de la valva. Entre las formas silúricas de *Pterotheca*, el ejemplar ibérico se distingue de las especies escocesas *P.*

*trimelleroides* Clarkson, Harper & Peel y *P. mullochensis* Reed por la concha subcircular y asimétrica de la primera, y por la plataforma interna más ancha (tr.) y alargada (long.), con quilla central aguda, que caracteriza a la segunda. Ambos taxones, junto con *P. multidecorata* Reed, concluyen su registro en el Telychiense, en tanto que nuestro ejemplar procede de niveles del Wenlock de la sección de Corral de Calatrava, en lo que podría constituir el registro más moderno conocido para el género. No obstante, la propuesta de una presumible nueva especie queda supeditada al hallazgo de un mayor número de ejemplares en buen estado de conservación, que, al mismo tiempo, los diferencien del único Pterotecinae coetáneo (*Cyclothea bohémica*), cuyo registro se limita a la Formación Motol (Wenlock) de Bohemia (Barrande, 1867; Teichert, 1935).

El registro de *Pterotheca* en el Silúrico centroibérico reviste un gran interés, dado que estos univalvos primitivos son bastante raros a nivel mundial y, en el pasado, fueron confundidos con braquiópodos, heterópodos, pterópodos e hiolítidos, hasta que Peel (1991, 1993) y Wahlman (1992) demostraron convincentemente sus afinidades con los gasterópodos bellerofontidos. Desde el punto de vista paleoecológico, *Pterotheca* se considera un molusco epibentónico sedentario, adaptado a la vida en fondos blandos en condiciones muy someras, sub- a intermareales. El presente hallazgo en pizarras graptolíticas, limitado a una concha de pequeña talla, podría corresponder a un ejemplar transportado por corrientes desde zonas más someras.

### 6.3.2.2 Cefalópodos

Los restos de estos moluscos son relativamente frecuentes en el conjunto de la zona de trabajo, presentándose en distintos horizontes de pizarras negras del intervalo Telychiense-Homeriense, así como en los nódulos que éstas contienen. Excepcionalmente aparecen también en intercalaciones carbonatadas del Ludlow-Pridoli, al sur del eje de Los Pedroches. Salvo en este último caso, donde la conservación de las conchas permite seccionar el fragmocono y, con ello, la posibilidad de realizar un estudio morfológico completo, en el resto de las localidades los ejemplares resultan indeterminables por presentarse aplastados o no conservar ningún vestigio de la estructura interna.

Las primeras referencias sobre la presencia de “*Orthoceras*” en las pizarras y nódulos graptolíticos datan del siglo XIX, y fueron aportadas por Verneuil (in Murchison, 1850; Anónimo, 1850) en el Dominio de Obejo-Valsequillo, al noreste de Córdoba; por Prado (1855) en la región de Almadén-Corral de Calatrava (Ciudad Real) y por Mallada (1884) en Despeñaperros (Jaén). Los hallazgos efectuados hasta la década de 1970 son bastante confusos, pues mientras muchos autores asimilan los hallazgos de nautiloideos ortocónicos a restos de *Orthoceras* u ortocerátidos (Henke y Hundt, 1926; Redlin, 1955; Hernández Sampelayo, 1960; Márquez Triguero, 1961; Herranz, 1970; entre otros), algunos autores los confunden con gasterópodos planctónicos gigantes (los “pterópodos” citados por Hernández Sampelayo, 1926, 1960 y Blachère, 1978), “hyolites” (Hernández Sampelayo, 1960) e incluso con cnidarios. Este es el caso de los conuláridos s.l. de Hernández Sampelayo (1960) y Márquez Triguero (1961) o del género *Coleolus* ilustrado por Almela *et al.* (1962) y Fernández *et al.* (1970) en distintos yacimientos revisados aquí. Las únicas ilustraciones publicadas para el conjunto de la región son las de “*Coleolus tenuicinctum* Hall” de Almela *et al.* (1962), correspondiente

a dos conchas aplastadas con una fractura telescópica central, y al ejemplar de *Aptychopsis* sp. figurado por Pieren y Gutiérrez-Marco (1990, fig. 3c), que representa el primer hallazgo de un “peltocárido” o pieza opercular de ortocerátido.

Los restos de cefalópodos identificados por nosotros en las pizarras y nódulos del Llandovery y Wenlock corresponden a cinco o seis formas distintas de nautiloideos ortocónicos, a veces coexistentes en un mismo horizonte, y reconocibles exclusivamente por los detalles de su morfología externa. Como ya dijimos, el hecho de que se conserven aplastados y sin vestigios clave de la estructura interna, imposibilita la identificación taxonómica y su adscripción a géneros o especies concretas. No obstante, el reconocimiento de ciertos morfotipos se ve apoyado por la correlación entre los moldes externos tridimensionales conservados en el interior de nódulos y sus variantes aplastadas en pizarras, circunstancia que concurre, por ejemplo, en la Biozona de *Oktavites spiralis* del sinclinal de Guadalmez.

El morfotipo más abundante (Orthocerida morfotipo 1) (Lám. 26, figs. 2, 4-10, 13; Lám. 27, figs. 11, 14, 19) corresponde a una concha recta, cuyo diámetro aumenta gradualmente, y que se caracteriza por una ornamentación transversal distintiva, formada por elementos espaciados regularmente (17 a 19 en 10 mm en la parte proximal y 27 a 30, también en 10 mm, en la parte distal). Por efecto del aplastamiento, el material conservado en pizarras parece aumentar más rápidamente en anchura que el fosilizado en nódulos. Su perfil sería comparable al de los “grandes pterópodos” mencionados por Hernández Sampelayo (1926); en tanto que la fina ornamentación transversa, combinada con fracturas telescópicas en la cámara de habitación, explicaría su confusión con conuláridos por autores previos (Márquez Triguero, 1961; Almela *et al.*, 1962).

El segundo morfotipo (Orthocerida morfotipo 2) (Lám. 26, fig. 14; Lám. 27, figs. 12, 14) tiene un aspecto muy parecido al precedente, pero la concha es lisa y el aumento de diámetro se verifica de un modo mucho más gradual que en el caso anterior. Ambas características lo hacen muy similar a algunas especies del género *Michelinoceras* Foeste como, por ejemplo, *M. (M.) michelini* (Barrande), de amplia distribución en el Silúrico mediterráneo.

Un tercer morfotipo, (Orthocerida morfotipo 3) claramente expresado entre el material comprimido en pizarras, corresponde a algunos fragmentos de cámaras de habitación que poseen una ornamentación distintiva (Lám. 26, figs. 11, 12; Lám. 27, figs. 13, 17-18), y cuya distribución estratigráfica se extiende desde la Biozona de *Oktavites spiralis* (Telychiense) hasta la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* (Sheinwoodiense). La ornamentación combina crestas longitudinales finas, con constricciones transversas de espaciamiento irregular, pero superior al de la separación entre crestas anteriores, por lo que aparenta un reticulado rectangular con predominio de elementos longitudinales.

El cuarto morfotipo (Orthocerida morfotipo 4) está representado por un solo ejemplar (Lám. 26, fig. 15) que interpretamos como el fragmento de una cámara de habitación, ornada por constricciones transversas densamente espaciadas. Estas constricciones recuerdan mucho a las del morfotipo anterior, por lo que, en principio, podría interpretarse como un molde interno carente de las hipotéticas crestas longitudinales, que sólo serían perceptibles sobre la superficie externa. Sin embargo, el ejemplar tiene

una edad más joven (Biozona de *Spirograptus turriculatus*) que la de la aparición del morfotipo precedente, y por eso lo mantenemos provisionalmente aparte.

El quinto morfotipo (Orthocerida morfotipo 5) (Lám. 26, fig. 16; Lám. 28, fig. 4) se caracteriza por una concha con un patrón de crecimiento muy parecido al del primero (ensanchamiento gradual), pero su ornamentación externa carece de una estriación transversa distintiva, siendo sustituida por constricciones tenues y espaciadas, representadas tanto en el fragmocono como en la cámara de habitación. Su registro estratigráfico se limita a la Biozona de *Oktavites spiralis* del sinclinal de Guadalmez, y, en un caso, se presenta asociado con su elemento opercular, del tipo *Aptychopsis* (Lám. 28, fig. 4).

Un sexto morfotipo (Orthocerida morfotipo 6) (Lám. 27, fig. 16) combina un fragmocono liso, no tan estrecho como el de la forma relacionada con *Michelinoceras*, con una cámara de habitación ensanchada y provista de constricciones transversas, espaciadas más ampliamente que en los morfotipos tercero y cuarto aquí reconocidos. Esta sexta forma ha sido reconocida únicamente en torno al límite Llandovery-Wenlock en Corral de Calatrava.

Finalmente, hemos reconocido un posible morfotipo adicional (Orthocerida morfotipo 7?) (Lám. 27, fig. 15) en materiales de los más modernos de los que se han investigado (Homeriense de Puente Morena, Corral de Calatrava). Su aspecto es parecido al del primero de los morfotipos, pero la ornamentación transversa es mucho más fina (65 a 70 en 10 mm).

El segundo conjunto de nautiloideos silúricos reconocidos en nuestro trabajo, proviene de los materiales calcáreos del Ludlow-Pridoli, aflorantes en dos localidades en el entorno del puerto Calatraveño, al norte de la provincia de Córdoba. El yacimiento de la mina Guillermin comprende niveles pelítico-margosos con restos parcialmente calcificados de ortocerátidos y grandes nódulos calizos descalcificados. El material correspondiente (Lám. 27, figs. 1-5, 8-10) consiste básicamente en fragmoconos desprovistos de la superficie externa, y en el molde interno de un fragmento de cámara de habitación, con estrecho sifón central. El espaciamiento entre las cámaras de fragmocono en distintos ejemplares es muy similar y podría pertenecer a un mismo taxón. Sin embargo, no nos hemos decidido a seccionarlo para estudiar las características de los golletes sifonales y los posibles depósitos camerales, en espera de que su estudio lo aborde un especialista en este grupo fósil. La segunda de las localidades del puerto Calatraveño proporciona grandes nódulos calcificados con bivalvos y ortocerátidos. Entre estos últimos se reconoce una forma característica del Silúrico superior, con notables anulaciones oblicuas y una ornamentación formada por “lirae” y líneas de crecimiento muy finas, paralelas a las anulaciones. Se trata del *Leurocycloceratinae* citado como “*Cycloceras*” *bohemicum* (Barrande, *nomen nudum*) en Bohemia, y descrito, por vez primera, como *Orthocycloceras fluminese* (Meneghini) en Cerdeña (Lám. 27, figs. 6-7). Esta especie retendría la prioridad nomenclatural sobre la forma bohémica, no descrita en forma válida hasta 1866 (*in extenso* y acompañada por ilustraciones: Serpagli y Gnoli (1977)). *Orthocycloceras fluminese* caracteriza el Ludlow terminal y el Pridoli en área muy amplia que incluye también los Alpes Cárnicos, el Macizo Armoricano francés, Montagne Noire, Serbia oriental, Ossa-Morena y Pirineos. Hay que destacar que “*Orthoceras bohemicum*” ya fuera citado junto a “*O. styloideum*” en nódulos localizados 30 km al noreste de Córdoba por



Verneuil (in Murchison, 1850; Anónimo, 1850), en el mismo Dominio Obejo-Valsequillo. Esta localidad ha sido revisada recientemente por Gutiérrez-Marco *et al.* (2014), quienes señalan la presencia de *Michelinoceras* cf. *michelini* (Barrande) y *Parakionoceras*? sp. en cantos de caliza del Ludlow, y de *Orthocycloceras fluminese* (Meneghini) y *Michelinoceras michelini* (Barrande) en cantos de caliza del Pridoli terminal. Ambos tipos de cantos proceden de un área fuente indeterminada, y se hallan actualmente englobados en una sucesión del Serpukhoviense (Misisipico o Carbonífero inferior).

Como comentario final a este estudio preliminar de los cefalópodos silúricos surcentroibéricos, cabe resaltar que la imposibilidad de precisar su filiación taxonómica, salvo en el caso de *O. fluminese*, condiciona su análisis paleobiogeográfico en el contexto de las faunas bien conocidas del centro-sur de Europa y norte de África (Gnoli, 2003). A nivel de la Península ibérica, los datos sobre ortocerátidos silúricos se concentran en la Zona de Ossa-Morena, Pirineos y Cadenas Costeras Catalanas (Bogolepova *et al.*, 1998), pero aún así no han sido objeto de estudio detallado. Al contrario de los trabajos publicados, referidos a las asociaciones conservadas en materiales calcáreos, la máxima diversidad entre los cefalópodos centroibéricos se sitúa en las litofacies de pizarras negras graptolíticas, lo cual constituye un hecho singular, no resaltado por ningún otro estudio. La abundancia local de cefalópodos denota una conexión directa de la plataforma Centroibérica con mar abierto. La mayoría de los restos muestran evidencias poco importantes de resedimentación y desplazamiento, y ocasionalmente las conchas se presentan alineadas por corrientes (Lám. 27, figs. 14, 19). En muy pocos casos se observan epizos que permitan deducir una colonización ocurrida durante la deriva necrocinética, o bien sobre una concha varada sobre el fondo. La fosilización de los ortocerátidos denota, por lo general, una tasa de sedimentación bastante alta, en las que las cámaras de habitación apenas contienen relleno sedimentario, por lo que se fracturaron y colapsaron en fases iniciales de la compactación diagenética. Algunos ejemplares muestran una concha aplastada y un fragmocono en relieve (Lám. 27, fig. 16), lo que permite deducir que la estructura de tabiques y la presión de gases en el interior del mismo, resistió la compactación. La conservación tridimensional de los ejemplares contenidos en nódulos, se vio favorecida por una diagénesis temprana en ambientes metanogénicos, pero las conchas fueron posteriormente disueltas y son escasos los moldes con indicios de tabiques (Lám. 26, fig. 1). Otro ejemplar excepcional, conservado en pizarras (Lám. 26, fig. 3), muestra los tabiques del fragmocono sustituidos por un grueso relleno de cuarzo fibroso, posiblemente sintectónico, recrecido entre unas cámaras rellenas por pirita diagenética. Ésta se descompuso y desapareció con posterioridad, dejando los huecos actuales.

El predominio de ambientes tranquilos y anóxicos, durante gran parte de la sedimentación de las pizarras graptolíticas, favoreció la conservación de algunos “peltocáridos”, incluso con las piezas articuladas (Lám. 28, figs. 1-2) y, en un caso, asociado con la concha del nautiloideo (Lám. 28, fig. 4). Estos elementos fueron considerados durante mucho tiempo como fósiles inciertos: desde flotadores de graptolitos (Manck, 1925, 1926), hasta crustáceos pelágicos (Barrande, 1872; Bouček, 1966). A partir de Turek (1978), diversos autores consideraron al “peltocárido” *Aptychopsis* como la triple pieza opercular de un nautiloideo ortocónico (Holland *et al.*, 1978; Holland, 1996) o, alternativamente como hipotéticos elementos mandibulares (Zakharov y Lominadze, 1983; Dzik, 1981). La evidente asociación de un ejemplar

centroibérico de *Aptychopsis*, con la abertura de la concha del cefalópodo correspondiente (Lám. 28, fig. 4), resulta del todo comparable a los ejemplares ilustrados por Stridsberg (1983), quien considera como más probable su función como opérculo protector. En el Silúrico del suroeste de Europa, *Aptychopsis* es un fósil sumamente raro y sus hallazgos más próximos a los estudiados se sitúan en el Silúrico de los Pirineos (Font y Sagué, 1902; Dalloni, 1930) y Cerdeña (Gnoli y Serpagli, 1991; Gnoli y Serventi, 2009).

### 6.3.2.3 Bivalvos

Los primeros registros de bivalvos en el área de estudio se remontan al siglo XIX, cuando distintos autores citaron *Cardiola interrupta* Sowerby en nódulos localizados en el norte de la provincia de Córdoba (Verneuil in Murchison, 1850; Verneuil in Anónimo, 1850; Prado, 1858), en pizarras con graptolitos al noreste de Almadén (Bernáldez y Rúa Figueroa, 1861) y en calizas aflorantes en el entorno de Alamillo (Ciudad Real: Cortázar, 1880). Descartamos esta última cita porque los afloramientos corresponden, en realidad, a la Caliza Urbana del Ordovícico Superior. Con posterioridad, Hernández Sampelayo (1926, 1960) cita la asociación de bivalvos y graptolitos en la mina de Almadén y el Arroyo del Lápiz. Almela *et al.* (1962) identificaron los bivalvos “*Avicula*” *immunis* Barrande y *Posidonomya* sp. en las pizarras con graptolitos al noreste de Santa Eufemia (Córdoba). La primera ilustración de un bivalvo silúrico centroibérico se debe a Puschmann (1967, Figs. 5a-b), quien cita “*Cardiola*” *migrans* Barrande en nódulos localizados hacia la parte alta de las pizarras con graptolitos al sureste de San Benito (Córdoba), y que este autor asignó al Ludlow inferior. Los trabajos sucesivos apenas dieron cuenta de la presencia de bivalvos silúricos, con excepción de Poupon (1971), quien menciona “bivalvos de costillas gruesas” (tal vez confundidos con braquiópodos) en nódulos con metamorfismo, recogidos al sur de Aldeaquemada (Jaén); Santos y Casas (1979), quienes citan *Pterinea laevis* en las alternancias del límite Silúrico-Devónico (Unidad Sierra Fría) en el sinclinal de La Codosera (Badajoz); y Kappes (1991, Lám. 6, fig. 1) que ilustra un ejemplar de *Cardiola* sp. en pizarras telychienses de Corral de Calatrava (Ciudad Real). Por último, Kříž (2005) realiza una pequeña monografía sobre los bivalvos reconocidos en nódulos de algunas localidades del Telychiense ibérico. En el yacimiento de la estación de Belalcázar (Córdoba), describe y figura las nuevas especies *Stolidotus marco* y *Dceruska hispanica*, asociadas a *Copenychia franta* Kříž, *Slava* sp., *Dceruska* sp., *Stolidotus* sp. y *Lunulacardiidae* indet. (Kříž, 2005: Lám. 1, figs. 24, 27-30; Lám. 2, figs. 27-28, 34).

En el transcurso del presente trabajo hemos obtenido un abundante material de bivalvos en un variado estado de preservación; desde valvas comprimidas en pizarras, pasando por una representación de las mismas especies conservadas en relieve pleno en el interior de nódulos, hasta ejemplares en buen estado obtenidos en escasas rocas carbonatadas. La práctica totalidad del material está representado por valvas aisladas, con predominio de moldes externos. En total se han reconocido un mínimo de 16 especies pertenecientes a 21 géneros de las familias Praecardiidae, Cardiolidae, Dualinidae, Stolidotidae, Spanilidae, Ambonychiidae, Pterineidae, Pterinopectinidae, “Modiolopsidae”, Modiomorphidae y Grammysiidae, integrantes de diversos órdenes de la subclase Autobranchia, de acuerdo con la nueva clasificación de Carter *et al.*

(2011). Las formas más abundantes y diversificadas en nuestro material corresponden a los cardiólidos, dualínidos y pterineidos, y su identificación taxonómica precisa ha sido posible gracias a la colaboración del Dr. Jiří Kříž (Praga), el mayor especialista mundial en el estudio de los bivalvos del Silúrico perigondwánico.

### **Bivalvos del Llandovery**

Las asociaciones de bivalvos del Llandovery se restringen exclusivamente a las pizarras con graptolitos y nódulos del Telychiense, correspondiendo a formas endo- a epibentónicas que se desarrollan como comunidades pioneras en cortas etapas de fondos oxigenados. Las formas más abundantes son pequeños pterineidos como *Cheiopteria* sp. y *Actinopteria* sp., junto a otras formas mal caracterizadas de *Leiopteria*? o *Leptodesma*? sp. También hay antipleuroideos como *Dualina* sp. y *Stolidotus marco* Kříž; cardioloideos cardiólidos (*Copenychia franta* Kříž, *C. aff. pristina* Kříž, *Cardavia*? sp., *Cardiobeleba*? sp.) y slávidos (*Slava* aff. *norna*, *Slava* sp., *Slavinka*? aff. *tanita*); praecardioloideos (*Telycardia malinka* Kříž); mialínidos (*Silurinka vetula* Kříž) y modiomorfoideos como *Dceruska hispanica* Kříž y *Butovicella* cf. *migrans* (Barrande). Casi todos estos registros se distribuyen entre las biozonas de *Torquigraptus tullbergi* y *Cyrtograptus lapworthi*.

Kříž (2005) estableció la Comunidad de *Dceruska-Copenychia-Stolidotus* (DCS) para la asociación de bivalvos registrada en los nódulos en la estación de Belalcázar (Biozona de *Oktavites spiralis*). Esta se encontraría dominada por bivalvos infaunales y epifaunales bisados, adaptados a ambientes pobres en oxígeno, de fondo anóxico (por debajo de la interfase agua-sedimento) y situados bajo el nivel de base del oleaje. De un modo paralelo y basándose en una localidad correlacionable del Telychiense de la Cordillera Ibérica, Kříž (2005) estableció la Comunidad *Copenychia-Cardavia-Actinopteria* (CCA), algo más variada taxonómicamente pero con parecidas restricciones ecológicas. Ambas comunidades, CCA y DCS, las asignó al Grupo de la Comunidad de *Snoopya*, desarrollado a partir del límite Wenlock-Ludlow en numerosas localidades del suroeste y centro de Europa (Bohemia, Cerdeña, Alpes Cárnicos, Montagne Noire), el margen gondwánico africano y Scania (Suecia), principalmente en sedimentos carbonatados de plataforma. En el presente trabajo hemos revisado detalladamente la localidad tipo de la Comunidad DCS (yacimiento GM-H del sinclinal de Guadalmez) donde, además de las formas citadas por Kříž (2005), hemos sumado otras descritas en la Comunidad CCA, como *Telycardia malinka*, *Copenychia* aff. *pristina* y *Actinopteria* sp. Adicionalmente identificamos *Dualina*? sp., un Pterineidae? probablemente nuevo y, en nódulos similares del área de San Benito, *Silurinka vetula* y *Butovicella* cf. *migrans*. La coexistencia de todos estos taxones en la Biozona de *Oktavites spiralis*, dentro de un pequeño sector de la región surcentroibérica, plantea dudas acerca de la utilidad de discriminar formalmente asociaciones de bivalvos como comunidades independientes.

Desde el punto de vista bioestratigráfico, se presenta el registro más antiguo del género *Butovicella* Kříž, a partir de sendos ejemplares estrechamente relacionados con la forma tipo *B. migrans* (Barrande), procedentes de la Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* y de la de *Oktavites spiralis* de la región de San Benito (Lám. 30, fig. 15). Hasta la fecha, los primeros representantes de *Butovicella* aparecían en el Sheinwoodiense superior (Kříž, 1969).

Del conjunto de bivalvos del Llandovery reconocidos por nosotros, se ilustran aquí los taxones *Telycardia malinka* Kříž (Lám. 32, figs. 15-16); *Copenychia* aff. *pristina* Kříž (Lám. 32, figs. 26-27); *Slava* aff. *norna* Kříž (Lám. 32, fig. 24); *Slavinka*? aff. *tanita* Kříž (Lám. 32, fig. 25); Antipleurida o *Dualina*? sp. (Lám. 29, figs. 8, 12); *Stolidotus* sp. (Lám. 29, fig. 4); *Silurinka vetula* Kříž (Lám. 30, fig. 16); *Cheiopteria* sp. (Lám. 32, figs. 6, 18-19); *Cheiopteria*? sp. (Lám. 29, fig. 1); *Actinopteria* sp. (Lám. 29, figs. 14-15); Pterineidae? indet. (Lám. 29, fig. 16); Dualinidae indet. (Lám. 32, figs. 12-13); Slavidae? indet. (Lám. 29, fig. 2); Cardiolidae indet. (Lám. 29, figs. 3, 5-6); *Butovicella* cf. *migrans* (Barrande) (Lám. 30, fig. 15). Entre los hallazgos con mayor interés paleontológico, además del primer registro de *Butovicella* en el Telychiense, destaca la segunda localidad conocida para *Silurinka vetula* y tal vez para *Copenychia pristina*, así como la identificación del género *Dceruska* Barrande, que fue descrito en el Kralodvoriense (Ordovícico Superior) de Bohemia, y cuya último registro se verifica en el Telychiense de la región surcentroibérica (Kříž, 2005). Entre los numerosos restos de Slavidae encontrados en las pizarras telychienses, los géneros *Slava* Barrande y *Slavinka* Kříž son raros en el Llandovery (Kříž, 1985), aunque el primero abunda en el Wenlock y Ludlow de Bohemia, Alpes Cárnicos, Cerdeña, Guinea, Montagne Noire-Mouthoumet, Inglaterra y Ártico Canadiense (Kříž, 1985, 1996, 1999a; Kříž y Serpagli, 1993; Pojeta y Norford, 1987). Por su parte, el registro Telychiense de *Stolidotus* Hede también reviste particularidades, ya que el género es más propio del Wenlock y Ludlow (Gorstiense-Ludfordiense basal) del norte, centro y suroeste de Europa (Kříž, 2007). Lo mismo sucede con la posible presencia de *Cardiobeleba* Kříž en la Biozona de *Cyrtograptus lapworthi* de Corral de Calatrava, dado que el género se distribuye esencialmente en el Wenlock de Bohemia, Alpes Cárnicos (Italia, Austria), Pirineos y Gran Bretaña (límite Llandovery-Wenlock: *C. centrifugus*-*C. munchisoni*) (Kříž, 1979, 1996, 1999a).

## Bivalvos del Wenlock

Durante el Wenlock, las asociaciones de bivalvos centroibéricas mantienen una cierta continuidad taxonómica con las asociaciones telychienses, si bien su diversidad decrece notablemente. Continúan abundando los antipleuroideos y pterineidos en las facies de pizarras con graptolitos, a los que se unen algunos modiomorfoideos (*Butovicella*), foladomíidos (*Grammysia*) y cardioloideos (*Slava*). El registro regional abarca desde la Biozona de *Cyrtograptus munchisoni* del Sheinwoodiense a la de *Cyrtograptus lundgreni* del Homeriense.

Los Pterineidae más comunes en el Sheinwoodiense corresponden al género *Cheiopteria* (Lám. 29, figs. 18-19; Lám. 32, figs. 18-19); el grupo es más variado en torno al límite Sheinwoodiense-Homeriense, donde junto al anterior se registran *Actinopteria* sp. y *Leptodesma*? o *Leiopteria*? sp. (Lám. 29, fig. 17). La distinción taxonómica, incluso a nivel genérico, es muy complicada en un material que consta, casi exclusivamente, de valvas aisladas comprimidas en pizarras y conservadas, en muchos casos, como moldes compuestos. No obstante, *Actinopteria* es fácil de reconocer por sus conchas ornadas por costillas radiales y unas aurículas agudas (Lám. 29, figs. 14-15, del Telychiense). El género abunda entre el Wenlock y el Lochkoviense en el suroeste de Europa y el norte de África (Babin y Robardet, 1974; Kříž y Serpagli, 1993; Kříž, 1996, 2000).

Los bivalvos antipleuroideos se conservan siempre muy aplastados, como ocurría con los ejemplares del Telychiense, y resultan difíciles de identificar. Algunos ejemplares podrían identificarse como *Dualina*? sp. (Lám. 32, fig. 11). El único bivalvo del orden Pholadomyida reconocido en la zona de trabajo es *Grammysia* sp., procedente del límite Sheinwoodiense-Homeriense en la sección de Retamar (sinclinal de Valdeazogues-Puertollano). El registro de cardioloideos se restringe en el Wenlock del área de trabajo a *Slava* aff. *decurtata* Barrande, identificado en el sinclinal de Guadalmez (Lám. 32, fig. 17).

Por su parte, el modiomorfoideo *Butovicella* es muy característico en el Wenlock de la región estudiada. Además de numerosos ejemplares mal conservados e indeterminables a nivel específico, *Butovicella migrans* (Barrande) es frecuente en las biozonas de *Cyrtograptus ramosus*-*C. perneri* y *C. lundgreni* del sinclinal de Valdeazogues-Puertollano (Lám. 32, fig. 29) y fue ilustrada por Puschmann (1967, figs. 5a-b) en la región de San Benito. La especie *B. migrans* está ampliamente distribuida entre el Sheinwoodiense superior y el Ludfordiense inferior de Bohemia, Alpes Cárnicos, Cerdeña, Francia, Portugal, Polonia, Suecia, Alemania, Gran Bretaña, Florida (U.S.A.) y el norte de Siberia (Kříž, 1969, 1996, 1999a, 2008; Pojeta *et al.*, 1976; Kříž y Serpagli, 1993; Kříž y Bogolepova, 1995, entre otros). Una segunda forma del género es *Butovicella* aff. *galemmu* Kříž, representada por un ejemplar procedente de nódulos sheinwoodienses del sinclinal de Guadarranque (Lám. 32, fig. 28). Este registro es extraño, ya que precede al de la forma nominal, restringida a la parte media del Ludlow del suroeste de Cerdeña y Bohemia (Kříž y Serpagli, 1993). No obstante, nuestro ejemplar tiene una concha más corta que la de *B. migrans*, a la que se asemeja por la ornamentación, que está más atenuada en *B. galemmu*.

### **Bivalvos del Ludlow**

La primera localidad con bivalvos de esta época en el área de trabajo, corresponde al Ludfordiense inferior de Alange (Badajoz). Las pizarras con graptolitos contienen numerosos restos de antipleuroideos deformados por aplastamiento, entre los que identificamos *Algerina*? sp. (Lám. 32, figs. 22-23). El género *Algerina* Kříž se distribuye en el Homeriense de Francia y en el Gorstiense a Ludfordiense inferior de Bohemia, Alpes Cárnicos, Argelia y el norte de Siberia (Kříž, 2008). De confirmarse con nuevo material su presencia en Alange, se trataría de la primera cita de *Algerina* en España.

Junto a la forma anterior encontramos asociada una única valva del cardiólido *Cardiola* aff. *agna* Kříž (Lám. 32, fig. 20). La forma nominal se extiende entre el Homeriense y el Gorstiense basal de Bohemia, Rumanía, Marruecos, Suecia y Alaska? (Kříž, 1979), y posiblemente se halle representada también en el Macizo armoricano francés (Kříž y Paris, 1982).

La segunda localidad se sitúa también en el Dominio Obejo-Valsequillo y corresponde muy probablemente al punto señalado por Verneuil (in Murchison, 1850, p. 2; in Prado, 1855, p.185; in Verneuil y Barrande, 1855, p. 1021), aproximadamente 30 km al noreste de Córdoba, donde cita el hallazgo de *Cardiola interrupta*. La localidad ha sido revisada recientemente por Gutiérrez-Marco *et al.* (2014), quienes señalan la presencia de *Cardiola docens* Barrande en cantos de caliza negra, resedimentados en una unidad carbonífera.

Por último, disponemos de una muestra de procedencia centroibérica no especificada (en una colección antigua donde consta como “1 m sobre ortóceras”) que podría ser del Ludlow, por la presencia conjunta de *Cardiola* aff. *agna* Kříž, *Cardavia?* sp. y *Stolidotus?* sp. (Lám. 32, fig. 21).

### Bivalvos del Pridoli

Su registro centroibérico se limita a las intercalaciones calcáreas con ortocerátidos y escifocrinoideos aflorantes en el sector más meridional del área de trabajo (Dominio Obejo-Valsequillo). Se trata de dos localidades en el entorno del puerto Calatraveño (Córdoba), de las cuales la denominada mina Guillermín libró únicamente una valva asilada de *Panenka* sp. (Lám. 32, fig. 14), en tanto que la segunda (embalse del arroyo del Alcanfor) contiene una interesante asociación de bivalvos de tipo “bohémico”, integrada por los siguientes taxones: *Panenka* aff. *obsequens* Barrande (Lám. 30, fig. 1), *Praecardium* aff. *bohemicum* Barrande (Lám. 30, fig. 3), *Praecardium* sp. (Lám. 30, figs. 2, 4-5), *Mytilarca* sp. (Lám. 29, figs. 9-10, 13), *Cheiopteria bridgei* Pojeta & Kříž (Lám. 30, fig. 6-7, 9-12), *Cheiopteria* aff. *bridgei* Pojeta & Kříž (Lám. 30, fig. 8), *Leptodesma* aff. *carens* (Barrande) (Lám. 30, figs. 13-14) y *Pterinopecten* (*Pterinopecten*) *cybele* aff. *cybele* (Barrande) (Lám. 29, fig. 11).

Desde el punto de vista bioestratigráfico, la asociación se adscribe con seguridad al Pridoli tardío, siendo muy similar a la que integra el Grupo de Comunidades de *Cheiopteria* en Bohemia y la Europa mediterránea (Kříž, 1999b). La forma *Panenka obsequens* Barrande se conoce en el Lochkoviense basal de Bohemia, Cerdeña, Francia, Florida y Marruecos, en facies de calizas con *Scyphocrinites* (Pojeta *et al.*, 1976; Kříž y Serpagli, 1993; Kříž, 2000). El género incluye numerosas especies del Devónico inferior, aunque su registro comienza en el Ludfordiense (Kříž, 2007). El género *Mytilarca* Hall & Whitfield ha sido señalado en el Pridoli superior del suroeste de Europa, en el Macizo Armoricano (Kříž y Paris, 1982) y en el suroeste de Cerdeña (Kříž y Serpagli, 1993). También ha sido encontrado en la caliza de *Scyphocrinites* de la Zona de Ossa Morena (Gutiérrez-Marco, comunicación personal, 2012). La especie *Cheiopteria bridgei* Pojeta & Kříž alcanza una amplia distribución en el Pridoli superior de Florida, Bohemia, Francia, Cerdeña, Polonia y Turquía, pudiendo extenderse al Lochkoviense basal en Ucrania (Pojeta *et al.*, 1976; Kříž y Paris, 1982; Kříž y Serpagli, 1993; Kříž, 1996, entre otros). *Leptodesma carens* (Barrande) ha sido mencionada en el Pridoli y Lochkoviense inferior de Bohemia, Francia y Florida, aunque podría estar representada también en el Pridoli del Macizo de Mouthoumet y el Lochkoviense de Marruecos (Kříž y Paris, 1982; Kříž, 1996, 2000). Por último, la especie *Pterinopecten* (*Pterinopecten*) *cybele* (Barrande) s.l. ha sido citada, dentro del suroeste de Europa, en el Pridoli del Macizo Armoricano (Kříž y Paris, 1982) y la Montagne Noire (Kříž, 1996). Otra subespecie con valvas más infladas y alargadas fue descrita en el Pridoli de Cerdeña (*P. cybele nesiotes* Kříž y Serpagli).

Además de las localidades precedentes, Gutiérrez-Marco *et al.* (2014) citan el hallazgo de bivalvos del Pridoli en cantos de caliza englobados en el olistostroma carbonífero del valle del Guadalquivir (Córdoba). En dichos cantos se reconocen al menos dos asociaciones de bivalvos: una del Pridoli inferior con *Cardiolinka bohémica* (Barrande) y *Dualina* cf. *longiuscula* (Barrande); y otra del Pridoli terminal con *Patrocardia evolvens* Barrande, *Patrocardia* sp. y *Leptodesma* sp.

### 6.3.3 Filo Brachiopoda

La presencia de braquiópodos en las pizarras graptolíticas se conoce desde el siglo XIX, cuando Prado (1855) identifica “una pequeña terebrátula” en el sector de Almadén-Corral de Calatrava, y Bernáldez y Rúa Figueroa (1861) citan “una *Terebratula* que recuerda a *T. cuneata*” [actual *Rhynchotrete cuneata* (Dalman)] en el arroyo del Láviz, al noreste de Almadén. Ya en el siglo XX, Hernández Sampelayo (1926, 1960) menciona el hallazgo de “*Rhynchonellas* semejantes a la *Wilsoni*” [actual *Sphaerirhynchia wilsoni* (Sowerby)] en las pizarras con graptolitos telychienses de la mina de Almadén, una forma citada para el mismo sinclinal por Blachère (1978: *Rhynchonella* aff. *wilsoni*). Hernández Sampelayo (1960) menciona también “*rhynchonella*” en la asociación de graptolitos de Caracuel (actual Corral de Calatrava), y *Rhynchonella ampelitis?* (sic) en Cabeza del Buey (Badajoz). La presencia de *Dalmanella* sp. fue citada por Ramírez y Ramírez (1955) y por Kappes (1991: Lám. 6, figs. 2-3) en los sinclinales de Guadarranque y Corral, respectivamente, acompañando a graptolitos telychienses. Dentro de una asociación similar, Machens (1956), Márquez Triguero (1961) y Lauret (1974: Lám. 9, fig. 8) mencionan la presencia de *Orthis* s.l. Autores posteriores citan el hallazgo de braquiópodos rhynchonelláceos epiplanctónicos en distintos niveles de pizarras graptolíticas del Llandovery y Wenlock (Amor y Ortega, 1987; Portero *et al.*, 1988; Olivé *et al.*, 1989; Rodríguez Núñez *et al.*, 1989; Pieren Pidal y Gutiérrez-Marco, 1990), imputados como mucho a *Ferganella* cf. *diodonta* (Dalma) - sic- (Amor y Ortega, 1987) o a *Ferganella?* sp. (Rodríguez Núñez *et al.*, 1989). Finalmente Loydell *et al.* (2009: Figs. 3b-c) ilustran algunos braquiópodos en pizarras graptolíticas del Sheinwoodiense y la base del Wenlock de la sección de Corral de Calatrava (Ciudad Real).

Aunque resulte sorprendente, la presencia de braquiópodos rinconeliformes en las facies de pizarras negras graptolíticas (supuestamente anóxicas) es bastante común en la zona de estudio, y ha sido señalada esporádicamente en localidades del Macizo Armoricano francés (Tromelin y Lebesconte, 1876), así como en el sector portugués de las zonas Centroibérica y de Ossa Morena (Delgado, 1908). En el primer caso, los autores franceses describen incluso la nueva especie *Rhynchonella ampelitis*, que sería bastante vecina “de la *T. Niobe*, Barr., pero más pequeña”, como frecuente en las pizarras graptolíticas armoricanas. Por extensión, las citas de *R. ampelitis* fueron aplicadas a otros rinconélidos aplastados, registrados en las ampelitas silúricas de la Zona Cantábrica y la Cordillera Ibérica (por ej. Dereims, 1898; Comte, 1937; Riba Arderiú, 1959). A diferencia de *Niorhynx niobe* (Barrande), reestudiada por Havlíček y Štorch, (1990), “*Rhynchonella*” *ampelitis* nunca fue descrita adecuadamente, por lo que se propone considerar el taxón como un *nomen oblitum*, dado que sus autores tampoco llegaron a mencionar o ilustrar el material tipo.

El material de braquiópodos recolectado por nosotros abunda en ciertos niveles del Telychiense superior y, sobre todo, del Sheinwoodiense, donde llegan a formar auténticas lumaquelas en pizarras. Sin embargo, los ejemplares individuales se presentan por lo general muy aplastados y carecen de detalles internos sobre los procesos articulares, umbonales y musculares, que son los que guían la clasificación. El estado de conservación insuficiente de la práctica totalidad del material hace que, por ejemplo, resulte prácticamente imposible distinguir un rinconélido de un atrípido de gruesas costillas radiales, o un órvido dalmanelláceo de un estrofomenado ortotetáceo,

ambos con una costulación muy fina a fascicostulada. La presencia de braquiópodos aplastados en las pizarras graptolíticas ha sido citada también en el Silúrico de Bohemia y Marruecos, donde su aparición se relaciona con episodios de oxigenación del fondo (Havlíček y Štorch, 1990; Lüning *et al.*, 2000), en lugar de con la simple acumulación de formas epiplanctónicas o transportadas por corrientes. El análisis de nuestro material concuerda con la primera interpretación, pues las acumulaciones de braquiópodos suelen tener un carácter monoespecífico y en ellas están representados individuos de todos los estadios ontogenéticos, sin evidencia de selección por tamaño u orientación por corrientes (Lám. 31, figs. 1-2, 4, 19-20). Algunos grupos se conservan a veces en posición de vida, con los braquiópodos adheridos o distribuidos alrededor de conchas de nautiloideos, que debían permanecer semienterradas en el sedimento blando del fondo (Lám. 31, fig. 21).

La conservación de estas masas de braquiópodos en las pizarras negras, y su casi total aplastamiento, en ocasiones marcándose unos sobre otros, ha llevado a algunos autores a que la concha debía ser particularmente fina, representando una posible adaptación a unos substratos blandos y deficitarios en oxígeno (Lüning *et al.*, 2000). En cierto modo, estos braquiópodos serían comparables con las asociaciones de “pectínidos de papel” conocidas en ambientes disaeróbicos del Namuriense europeo (Wignall, 1994), y cuyo registro se extiende a las pizarras oscuras y carbonatos pelágicos del Paleozoico y Mesozoico (Wignall, 1990, 1993). Los “pectínidos de papel” son aplanados y de concha muy delgada, presentándose siempre en sedimentos finos y ricos en materia orgánica, sin que el ecogrupo posea representantes actuales (Wignall, 1990, 1993, 1994).

Las evidencias tafonómicas sobre la presencia de posibles “braquiópodos de papel” en el Silúrico surcentroibérico no son, sin embargo, concluyentes. Aunque ocasionalmente se observen deformaciones continuas entre conchas superpuestas y abultamientos selectivos en la parte posterior de las valvas (Lám. 31, figs. 17-18 y 21), ambos fenómenos pueden interpretarse por el escaso relleno sedimentario interno de las conchas, y por la mayor resistencia a la compactación del área articular, respectivamente. También se constata que la mayoría de las conchas adultas presentan distorsiones mecánicas o fracturas en el plano sagital (Lám. 31, figs. 3 y 5), y que éstas se incrementan con el aplastamiento. Es por ello que las conchas recién acumuladas en el sedimento deberían tener una forma globosa, en lugar del escaso volumen interno y desarrollo aplanado de los “pectínidos de papel”. La clave para resolver el problema se halla en un yacimiento de la Biozona de *Oktavites spiralis* localizado en el sinclinal de Guadalmez, donde tanto las pizarras, como los nódulos contenidos en ellas, reúnen las versiones aplastadas y tridimensionales, respectivamente, de los mismos taxones de braquiópodos y bivalvos. Los braquiópodos presentes en los nódulos conservan las valvas en conexión y son formas claramente biconvexas (Lám. 31, figs. 8-10, 12-14, 16) lo que, unido a su asociación con bivalvos y grandes ostrácodos, descarta una adaptación ecológica particular a ambientes disaeróbicos en fondos blandos. En todo caso, no mucho más distinta a la que presentan los bivalvos cardiólidos en el Wenlock y Ludlow (Kříž, 1979).

Desde el punto de vista taxonómico, los braquiópodos rinconeliformes representados en nuestro material podrían adscribirse, provisionalmente, a un mínimo de cuatro especies de otros tantos géneros.



El taxón más antiguo se distribuye desde la parte superior de la Biozona de *Rastrites linnaei* hasta la Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*, siendo especialmente abundante en las biozonas de *Torquigraptus tullbergi* y *Oktavites spiralis*. Se trata de un rinconélido biconvexo de comisura surcada, con tres costillas en el surco y cuatro en el pliegue, más 6-7 en cada flanco, que identificamos provisionalmente como Rhynchonellida indet. 1 (Lám. 31, figs. 1-4, 7-16). La ausencia de moldes internos y de detalles articulares impide precisar más dicha asignación, pero el taxón parece el mismo que el identificado como “*Orthidea*” sp. por Lauret (1974, Lám. 9, fig. 8).

Un segundo taxón rinconeliforme se diferencia superficialmente del precedente, por presentar costillas intercaladas de segundo y tercer orden, en lugar de las costillas simples del taxón anterior. Inicia su registro hacia la base del Sheinwoodiense y es posible que alcance el Homeriense, de tratarse de un único taxón. Los ejemplares mejor conservados se concentran en las biozonas de *Cyrtograptus murchisoni*, *Monograptus riccartonensis*, *Pristiograptus dubius* y *Monograptus belophorus*, pudiendo formar lumaquelas en las dos biozonas intermedias de la sección de Corral de Calatrava. Pese a su abundancia, la mala conservación de sus conchas, generalmente aplastadas y deformadas, impide la identificación taxonómica. Algunos ejemplares recuerdan superficialmente al género *Niorhynx*, del Wenlock de Bohemia (Havlíček y Štorch, 1990), pero también a los atrípidos de concha fina ilustrados por Lüning *et al.* (2000, fig. 6) en el Telychiense tardío-Wenlock temprano del Anti-Atlas marroquí. Loydell *et al.* (2009) figuran algunos ejemplares de la sección de Corral de Calatrava, complementados con nuestras ilustraciones de la Lám. 31, figs. 5-6, 17-20, 22-23.

El tercer taxón se asemeja superficialmente a un órtido o a un dalmanélido de pequeño tamaño (Lám. 32, figs. 1-5, 7-8), citado indistintamente como *Orthis* sp. o *Dalmanella* sp. en la bibliografía regional (Ramírez y Ramírez, 1955; Márquez Triguero, 1961; Kappes, 1991). Se trata, en realidad, de un Orthotétida muy semejante a *Valdaria budili* Havlíček y Štorch (superfamilia Chilidiopsoidea), descrito originalmente en pizarras graptolíticas del Wenlock de Bohemia (Havlíček y Štorch, 1990). De confirmarse su presencia en la zona de estudio, el registro centroibérico de la especie se extendería desde la Biozona de *Oktavites spiralis* (Telychiense) a la Biozona de *Cyrtograptus ramosus*-*C. perneri* (Sheinwoodiense) en los sinclinales de Guadarranque, Corral de Calatrava, Valdeazogues-Puertollano y Guadalmez y en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches; con un dudoso registro en la Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (Homeriense) del sinclinal de Valdeazogues-Puertollano. En Bohemia, el registro de *V. budili* abarca desde la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* hasta la de *C. lundgreni*; en tanto que otras especies del género aparecen representadas en el Wenlock de Suecia y China (Bassett y Cocks, 1974; Yang y Rong, 1982).

Además de los tres tipos de rinconeliformes costulados que acabamos de mencionar, nuestro material incluye restos de un Atrypida de concha lisa, probablemente un Lissatrypidina (Lám. 31, fig. 24; Lám. 32, fig. 9), que se registra esporádicamente en el Telychiense de El Centenillo (Jaén) y el Sheinwoodiense del sinclinal de Guadarranque (Cáceres). Aunque de esta última localidad proceden algunos moldes externos no deformados, el desconocimiento del interior de las valvas, o la conservación aplastada del resto del material, impiden una identificación taxonómica a nivel genérico.

La presencia de braquiópodos organofosfáticos (linguliformes) ha sido constatada en un reducido número de localidades de edades Telychiense y Sheinwoodiense, limitándose

los restos a acumulaciones de conchas diminutas (de alrededor de 1 mm de diámetro individual), o bien a conchas aplastadas de varios milímetros de longitud. En ninguno de los ejemplares hemos detectado rasgos morfológicos relevantes para su identificación. Por lo general, sus restos se distinguen por su coloración oscura o el brillo de las conchas frente a la matriz. No obstante, algunos ejemplares como el ilustrado en la Lám. 32, fig. 10, podrían concordar tanto con linguliformes (la concha tiene una apariencia orgánica), como con atrípidos aplastados (el contorno recuerda al cuarto de los morfotipos aquí descritos).

#### 6.3.4 Filo Echinodermata

Los equinodermos están representados en el Silúrico centroibérico por fósiles de la clase Crinoidea, derivados tan sólo de siete localidades, implicando niveles de edad Telychiense, Sheinwoodiense, Homeriense basal y Pridoli. Con anterioridad diversos autores habían señalado la presencia de posibles artejos de crinoideos en las pizarras graptolíticas de Almadén (Hernández Sampelayo, 1960) y Corral de Calatrava (Štorch *et al.*, 1998).

Los restos de crinoideos del Llandovery y Wenlock se limitan a raras placas columnares holoméricas aisladas, conservadas como moldes en pizarras graptolíticas de los sinclinales de Corral de Calatrava (niveles CO-12 a 14, 16/17, 17-18 y 25 a 29), Almadén (niveles AL AV-2, 4 y Loc. 7), Guadalmez (CHW-12, 23 y 25; GM GN-6) y Valdeazogues-Puertollano (PT RE-13). Parte de estos elementos se ilustran en la Lám. 33 (Figs. 1-4, Crinoidea indet.) y tienen en común el contorno circular y las reducidas dimensiones (1-1,5 mm de diámetro). En todos los casos corresponden a formas bentónicas de crinoideos, descartando posibles relaciones con elementos pedunculares de otras clases de pelmatozoos. La placa mejor conservada (Lám. 33, fig. 2) presenta un crenulario bien desarrollado, con 15 costillas ensanchadas periféricamente, de las que tres se bifurcan de manera dicotómica antes de alcanzar el margen de la faceta articular. El lumen es pentalobado y está rodeado por una areola muy estrecha. Tratándose de un morfotipo columnar común entre los crinoideos, no resulta prudente avanzar ninguna clasificación, sobre todo hasta no disponer de fragmentos pluricolumnares del mismo, donde apreciar posibles heteromorfismos o xenomorfismos. De las restantes placas ilustradas, dos de ellas (Lám. 33, figs. 1 y 3) muestran un crenulario más dividido, con hasta 35 costillas radiales simples, combinado con una areola amplia. Sin embargo, el material resulta indeterminable porque no se poseen detalles sobre la morfología del lumen y eventual perilumen, además del homo- o heteromorfismo pluricolumnar. Finalmente, la placa más diminuta (Lám. 33, fig. 4), apenas posee el mínimo detalle suficiente como para poder relacionarla con un resto de crinoideo, aunque el contorno de la faceta muestra indicios de ser ligeramente pentalobado.

La asociación de crinoideos del Pridoli, encontrada en dos localidades emplazadas en el entorno del Puerto Calatraveño (Dominio Obejo-Valsequillo), comprende numerosos ejemplares de escifocrinoideos planctónicos, conservados como restos calcíticos y en gran parte articulados. En este sentido, se han encontrado cálices completos conectados con su pedúnculo proximal (Lám. 33, figs. 6-7 y 10), fragmentos de cálices (Lám. 33, figs. 5 y 19), aparatos braquiales con brazos y pinulas en conexión (Lám. 33, figs. 7-9,

13 y 19), placas columnares aisladas y fragmentos pluricolumnares de longitud variable (Lám. 33, figs. 11-12, 14-18).

La estructura compleja del cáliz responde a la de un crinoideo camerado, donde la presencia de numerosas placas secundibraquiales y algunas tertibraquiales incorporadas al cáliz, resulta característica de los Camerata Scyphocrinitidae. La ornamentación de las placas proximales del cáliz, especialmente las interbraquiales, está formada por crestas agudas que intersectan el centro de la placa (Lám. 33, figs. 5 y 7), y que pueden reconocerse incluso en placas aisladas y erosionadas (Lám. 33, fig. 9). En varios casos se han conservado los brazos libres uniseriales, bien aislados o en grupos, que articulan pínulas de base ensanchada (Lám. 33, figs. 8-9, 13). Los brazos uniseriales libres muestran numerosas braquiales cuneiformes, que comienzan a insertarse en las tertibraquiales más proximales. Una de las agrupaciones braquiales estudiadas (Lám. 33, fig. 8) descansa sobre una superficie repleta de cirros radicales, posiblemente pertenecientes a un lobolito “de cirros” (no de placas).

El pedúnculo comprende numerosas placas columnares de contorno circular y lumen pentaestrellado. El crenulario comprende finas y numerosas culmina (Lám. 33, figs. 12 y 16). El área correspondiente a la areola se muestra deprimida, de modo que las placas columnares resultan mucho más finas en el centro que en los bordes, tal y como ocurre en todos los escifocrinoideos, donde el centro de las placas está ocupado por discos elásticos y fibras musculares. La preservación selectiva de la periferia de las placas, con mayor espesor calcítico, conduce a que muchas de ellas tengan un aspecto anular (Lám. 33, fig. 18) y a que los fragmentos pluricolumnares desarrollen surcos o fracturas telescópicas longitudinales durante la compactación (Lám. 33, figs. 11, 14-15, 18).

Desde el punto de vista taxonómico, las características tecaes y columnares del material estudiado se corresponden bien con la especie *Scyphocrinites elegans* Zenker, revisada por Prokop y Petr (1986), pero que mantiene diversos problemas de taxonomía con sus lobolitos respectivos (Haude, 1992). Se trata de una forma cosmopolita del Pridoli al Devónico basal (Lochkoviense), que abunda en el ámbito perigondwánico y del norte de África, y compone la característica “caliza de *Scyphocrinites*”. Ésta constituye la división intermedia de la conocida “triada turingica” representada en la sucesión silúrico-devónica de facies “mediterránea”, descrita en Turingia, suroeste de Cerdeña y Zona de Ossa Morena (Jaeger, 1976; Jaeger y Robardet, 1979). En la Península Ibérica, *S. elegans* ha sido citado en calizas del Pridoli de Pirineos, norte de la Zona Centroibérica portuguesa y Zona de Ossa Morena (Haude, 1992; Sarmiento *et al.*, 1999; Sá *et al.*, 2003), con lo que el presente constituye su primer hallazgo en el Silúrico de la región surcentroibérica. Previamente, tan sólo Molina y Fernández Carrasco (1987) habían señalado la presencia de “*Scyphocrinus* sp.” en las alternancias del Devónico basal del sinclinal de Almadén, cuyo yacimiento no hemos podido reencontrar, pese a haber consultado la fuente original de la información (C.G.S., 1974, Documento Interno).

Los escifocrinoideos son formas planctónicas que desarrollan una estructura de flotación propia (lobolito), mediante la ramificación extrema de los cirros radicales (Haude *et al.*, 1994; Prokop y Petr, 2001; Seilacher y Hauff, 2004). La acumulación de sus restos parcialmente articulados, en los yacimientos estudiados, llega a constituir lentejones calcáreos encriníticos en la parte alta de la sucesión silúrica. Éstos se

intercalan en pelitas que contienen pluricolumnares o placas dispersas, sin restos de cálices asociados.

### 6.3.5 Filo Cnidaria

En la zona de trabajo, diversos autores han mencionado la presencia de conuláridos (Scyphozoa) en pizarras negras silúricas, en muchos casos asociados a graptolitos. Márquez Triguero (1961) establece incluso la unidad “Pizarras de Conularias” en la localidad de San Benito, diferenciándola por su coloración grisácea y la abundancia de estos fósiles junto con bivalvos, braquiópodos y cefalópodos. Según el autor, estas pizarras estarían por encima de las auténticas “Pizarras de Graptolitos”, donde excepcionalmente cita algunos conuláridos.

La revisión del material original de Márquez Triguero (1961), depositado en el Museo Geominero de Madrid, nos permite concluir que las supuestas conularias corresponden, en realidad, a conchas aplastadas de ciertos nautiloideos ortoconos. A diferencia de las formas lisas predominantes, las confundidas con conuláridos tienen la concha delgada y una ornamentación transversa muy fina. Las fracturas telescópicas fruto del aplastamiento fueron confundidas por ese autor con los surcos angulares y las líneas medias de cara de los conuláridos auténticos. Esta misma confusión se infiere para las restantes citas de conuláridos en el área de trabajo (por ej. Almela *et al.*, 1962) o, también, para los cefalópodos aplastados e ilustrados como “*Coleolus tenuicinctum*, Hall” por Almela *et al.* (1962, Lám. 1, fotos inferiores), que Lauret (1974) reinterpreta, equivocadamente, como “conularias”. Entre las colecciones del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Sendino Lara (2007) menciona un supuesto conulárido del Silúrico de Almadén (I-34069) que identifica como *Metaconularia* sp.?. Éste vuelve a ser citado por Sendino y Santos (2011), quienes especifican que se halla asociado en la misma placa con *Monograptus* e *Hyolithes*. La ilustración del ejemplar (Sendino Lara, 2007: Lám. 1, fig. 14) se corresponde claramente con la concha aplastada de un cefalópodo muy similar a nuestro Orthocerida morfotipo 2.

En el conjunto del Silúrico surcentroibérico, el único resto de cnidario encontrado por nosotros corresponde a un ejemplar de *Sphenothallus* sp., procedente del Telychiense del sinclinal de Guadalmez (Lám. 34, fig. 26). Este género fue considerado entre los conuláridos y largo tiempo atribuido a un “tubo de gusano” de afinidades biológicas inciertas. Modernamente se atribuye a la teca fosfática de un cnidario escifozoo o hidrozoo (ver discusión y referencias en Neal y Hannibal, 2000; Li *et al.*, 2004). *Sphenothallus* es un taxón paleozoico (Cámbrico-Pérmico) cosmopolita, que se caracteriza por una teca tubular alargada, lisa y de sección elíptica, delimitada en sus bordes laterales por dos espesamientos longitudinales muy típicos. Además de las “quillas marginales”, el ejemplar centroibérico tiene la superficie de la teca lisa, y por ello difiere de *Byronia* y *Torelrella*, dos géneros parecidos pero con ornamentación transversa.

### 6.3.6 Filo Annelida

Los únicos restos fósiles pertenecientes a estos organismos son dos placas aisladas de macaeridios turrilepadomorfos, procedentes de las biozonas de *Oktavites spiralis* y *Cyrtograptus murchisoni*, respectivamente, de la sección de Corral de Calatrava

(Ciudad Real). Los macaeridios fueron considerados durante mucho tiempo como un grupo enigmático de fósiles marinos, de distribución cosmopolita entre el Ordovícico y el Carbonífero, cuyo escleritoma se caracterizaba por presentar dos o cuatro filas de placas calcáreas con una ornamentación muy característica (Dzik, 1986; Adrain, 1992). El hallazgo reciente de fósiles ordovícicos excepcionales, que conservaban las partes blandas bajo el escleritoma, permitió ubicar definitivamente a los macaeridios como una clase extinta de anélidos (Vinther *et al.*, 2008). El registro de estos organismos es muy discontinuo en el Paleozoico ibérico, donde se hallaban representados en el Ordovícico (Gutiérrez-Marco *et al.*, 2000) y en el Devónico (Gozalo, 1994). De ahí el interés de nuestra contribución, que supone el descubrimiento del grupo en el Silúrico español.

El ejemplar telychiense (Lám. 33, fig. 26) es un esclerito lateral alargado. Está ornado por corrugaciones paralelas al margen acrecional, y dividido por un surco central, que destaca en relieve inverso en el molde natural. El ápice del esclerito se presenta levemente curvado en sentido posterior (nomenclatura de Adrain *et al.*, 1991). Por sus características lo asignamos a *Plumulites* sp.

El segundo esclerito procede de niveles más modernos (Sheinwoodiense) y es el fragmento de una placa ancha, que recuerda por sus proporciones y ornamentación tanto al esclerito interno de un plumulítico, como a la superficie lateral de un esclerito de turrilepádido (Lám. 33, fig. 25). La presencia de una doble inflexión en la ornamentación corrugada, y de un margen acrecional lobulado, nos lleva a identificar el ejemplar como *Turrilepas?* sp., por sus afinidades con otro material paleozoico atribuido a este género (Adrain *et al.*, 1991; Hoare *et al.*, 1996; Höglström, 1997).

### 6.3.7 Cornulítidos

En este epígrafe reunimos fósiles tubulares de afinidades inciertas, recogidos en, al menos, catorce localidades y niveles diferentes con un rango Telychiense-Sheinwoodiense. Casi todos ellos son asimilables a cornulítidos, un grupo de organismos tubícolas, cementantes a libres, caracterizados por una concha anillada, cuya microestructura los aproxima a forónidos u otros gusanos lofoforados (Vinn & Mutvei, 2009).

El taxón más abundante se concentra en la Biozona de *Monograptus riccartonensis* (Sheinwoodiense) de la sección de Corral de Calatrava. Sus conchas presentan una anulación múltiple e irregular, combinada con una estriación longitudinal muy fina. Los tubos alcanzan unas dimensiones máximas de hasta 24 mm de longitud y 6 mm de anchura apertural, y pueden aparecer tanto aislados como en grupos de 3-4 ejemplares unidos por sus bases. El aspecto general de los fósiles, así como su asociación en grupos recuerda considerablemente al género *Kolihaia*, un controvertido fósil tubular registrado en pizarras graptolíticas, cuya especie tipo fue interpretada como un anélido serpúlido (Prantl, 1946) o como un cnidario epiplanctónico (Kříž *et al.*, 2001). Sin embargo, tanto *K. eremita* Prantl, como la especie bentónica *K. sardiniensis* Gnoli, carecen de ornamentación longitudinal (Gnoli *et al.*, 2009; Corradini *et al.*, 2009); además, las espinas de anclaje características de ambas formas no existen en el material ibérico. Por estas razones lo hemos adscrito provisionalmente a *Cornulites* sp. 1 (Lám. 34, figs. 1-3). La cita de *Kolihaia?* sp. de Pieren y Gutiérrez-Marco (1990), en el Wenlock del sinclinal de Herrera del Duque, corresponde a un cornulítico. Kappes (1991, Lám. 6,

figs. 4-5) figura ejemplares de *Cornulites* sp. 1 identificándolo, incorrectamente, como “*Hyolithes* sp.”. Una forma adicional del mismo género, procedente de horizontes más antiguos (Telychiense) de Corral de Calatrava, difiere de la anterior por su menor tamaño e incremento en anchura más lento, que le dota de una morfología casi cilíndrica. Este segundo taxón (*Cornulites* sp. 2. Lám. 34, figs. 4-5, 11) crece de forma incrustante, asociando un mayor número de individuos (6 a más de 10).

Por último, hay un tercer conjunto de hallazgos (*Cornulites?* spp.) que corresponde a elementos dispersos, en yacimientos del Telychiense o Sheinwoodiense. Los ejemplares más notables (Lám. 34, figs. 6-7) son pequeñas formas planoespirales, incrustantes sobre fragmentos de moluscos, que se asemejan mucho a ciertos microcóncidos como *Annuliconchus*, pero que no conservan evidencias del tubo embrionario. A su vez, los microcóncidos planoespirales guardan ciertas reminiscencias del poliqueto tubícola *Spirorbis*, pero con seguridad conforman un grupo derivado de los cornulítidos (Zatoñ, & Vinn, 2011a y b). No obstante, la existencia de vestigios de ornamentación espiral (longitudinal) en los ejemplares estudiados revela que éstos no son microcóncidos, sino estadios ontogenéticos iniciales del tubo de un cornulítido incrustante. En la Lámina 34, figs. 8-10, 12 ilustramos fragmentos de otros cornulítidos no identificables, procedentes de niveles del Telychiense y Sheinwoodiense, que muestran cierta afinidad con los morfotipos tubulares (= *Cornulites* sp. 2) pero difieren por sus mayores dimensiones y por una anulación más regular y espaciada.

Las localidades y niveles donde se han realizado hallazgos de cornulítidos están en los sinclinales de Herrera del Duque (niveles HD-D, HD-E ), Corral de Calatrava (niveles CO-12, CO-13, CO-14, CO-15, CO-16, CO-18, CO-21 y CO-23), Almadén (Localidades AL-VI y AL AV-1) y Guadalmez (nivel EB-2) y en Sierra Morena oriental (El Centenillo, nivel EC SE-2).

### 6.3.8 Microfósiles

Con excepción de los ostrácodos, en el presente trabajo no desarrollamos ninguna búsqueda sistemática de otros grupos de microfósiles. Las mayores posibilidades se centrarían, como es habitual en las facies de pizarras negras, en la presencia de microfósiles de pared orgánica como acritarcos y quitinozoos, de los que tampoco existen estudios previos a nivel del Silúrico surcentroibérico. Las únicas menciones se refieren al descubrimiento de “hístricosferidios” hecho por Redlin (1955) en las pizarras graptolíticas de San Benito (Ciudad Real) y a los supuestos acritarcos silúricos citados por Hafenrichter (1980) en las Pizarras Chavera de Corral de Calatrava (Ciudad Real), que en realidad corresponden al Ordovícico terminal. Por lo que respecta a los quitinozoos, es muy posible que abunden en alguna de las secciones estudiadas por nosotros, pues en ocasiones se concentran y llegan a ser visibles, con una lupa de 15 aumentos, en planos de estratificación de pizarras negras en diversas localidades de los sinclinales de Guadalmez (GM EC-6, CHW-22, CHW-25, CHW-27, EB-6B) y Corral de Calatrava y en San Benito (nivel SB PQ-36). Todos los casos mencionados corresponden a pizarras graptolíticas alteradas a tonalidades claras, donde los microfósiles conservan su pared orgánica y resaltan por su color negro frente a la matriz. Por su parte, Jebrak y Hernández (1997) citan la presencia de una posible asociación de quitinozoos silúricos en el flanco norte del sinclinal de Almadén (géneros

*Tanuchitina*, *Cingulochitina* y *Calpichitina*: identificaciones de A. Soufiane y A. Achab). Se trata de una muestra tomada en los niveles de alternancias arenosas próximos a la mina de cinabrio de Las Cuevas consideradas actualmente como devónicas.

En los planos de estratificación de las pizarras graptolíticas se distinguen, a veces, moldes de diminutas varillas que deben de corresponder a espículas monaxonas de poríferos indeterminables, tal y como sucede en ciertos horizontes entre las biozonas de *Monograptus belophorus* y *Cyrtograptus lundgreni* de la sección de Corral de Calatrava. En la Biozona de *Oktavites spiralis* de la sección de la estación de Belalcázar (EB-6B) hemos encontrado varias monaxonas asociadas que podrían corresponder a una misma esponja, junto a raras tetraxonas.

Redlin (1955) es el primer autor que cita el hallazgo de restos de conodontos en las pizarras ampelíticas con graptolitos silúricos de la Zona Centroibérica meridional. Posteriormente, Sarmiento y Rodríguez Núñez (1991) y Sarmiento y García Palacios (1996) aportan las primeras identificaciones taxonómicas y dibujos de ejemplares para asociaciones de conodontos telychienses de los sinclinales de Guadarranque y Corral de Calatrava, respectivamente. Sarmiento (in Loydell *et al.*, 2009) amplía los estudios de conodontos a los materiales del tránsito Llandovery-Wenlock de la sección de Corral de Calatrava, y aporta fotografías de parte de los taxones, que reproducimos aquí en nuestra Lámina 35. Los elementos conodontales se conservan dispersos en los planos de estratificación de aquellas pizarras graptolíticas que tienen un grano más fino, siempre en estado de moldes externos, ocasionalmente rellenos por filosilicatos blanquecinos que los resaltan frente a la matriz. Se trata de elementos de diversos tamaños, pertenecientes a morfotipos ramiformes, coniformes y, más raramente, pectiniformes. En el transcurso de nuestro trabajo hemos observado algunos conodontos en las localidades ya publicadas, así como en la sección de la estación de Belalcázar (sinclinal de Guadalmez), pero no hemos abordado ningún estudio específico sobre estas microfaunas.

De acuerdo con los resultados de Sarmiento y Rodríguez Núñez (1991) y Sarmiento y García Palacios (1996), las primeras asociaciones de conodontos del Telychiense, comprendidas entre la parte superior de la Biozona de *Rastrites linnaei* y la Biozona de *Torquigraptus tullbergi* de graptolitos, reúnen los siguientes taxones: *Dapsilodus* cf. *obliquicostatus* (Branson & Mehl), *Dapsilodus* sp., *Panderodus* cf. *greenlandensis* Armstrong, *P.* cf. *recurvatus* (Rhodes), *Panderodus* sp., *Walliserodus* sp., *Apsidognathus*? sp., *Astropentagnathus*? sp., *Distomodus* cf. *staurognathoides* (Walliser), *Distomodus*? sp., *Kockelella*? sp., *Ozarkodina* aff. *excavata* (Branson & Mehl), *O.* aff. *hassi* (Pollock, Rexroad & Nicoll), *Ozarkodina*? sp., *Aspelundia fluegeli*? (Walliser), *Carniodus*? cf. *carnulus* Walliser y *Pterospathodus*? sp.

En Corral de Calatrava, las biozonas de *Oktavites spiralis* y *Cyrtograptus lapworthi* del Telychiense terminal proporcionaron una asociación de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009) integrada por: *Distomodus staurognathoides* (Walliser) (Lám. 35, figs. c-f, h), *Ozarkodina excavata* (Branson & Mehl) (Lám. 35, figs. a-b, g, i-j, l, n-o), *O. broenlundii*? Aldridge, *Ozarkodina* sp., *Ozarkodina*? sp., *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson & Mehl) (Lám. 35, fig. m), *Dapsilodus*? sp., *Aspelundia* sp., *Aspelundia*? sp., *Oulodus*? sp., *Pterospathodus*

*amorphognathoides* Walliser (Lám. 35, fig. k), *Pterospathodus*? sp., *Kockelella ranuliformis*? (Walliser) y *Kockelella*? sp.

Por último, los niveles de la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* (Sheinwoodiense) de la misma sección proporcionaron (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009): *Distomodus staurognathoides* (Walliser), *Ozarkodina excavata* (Branson & Mehl), *Ozarkodina*? sp., *Dapsilodus*? sp., *Aspelundia* sp., *Aspelundia*? sp., *Oulodus*? sp., *Pterospathodus amorphognathoides* Walliser, *Kockelella ranuliformis*? (Walliser) y *Kockelella*? sp.

Desde el punto de vista bioestratigráfico, las asociaciones de conodontos son poco determinativas, ya que incluyen taxones de amplio rango comprendidos entre las biozonas de *Pterospathodus celloni* y *Pterospathodus amorphognathoides* (Telychiense-Sheinwoodiense, según el esquema clásico de Walliser, 1964). Sarmiento y García Palacios (1996) atribuyen los conodontos identificados a asociaciones de aguas someras (presencia de *Distomodus*, *Apsidognathus*). Los elementos comunes en sedimentos de aguas profundas (*Pterospathodus*, *Carniodus*, *Dapsilodus*) son raros, aunque también debieron adaptarse a condiciones más someras, en ambientes de plataforma abierta.

Por nuestra parte los hallazgos de conodontos se centran en el sinclinal de Corral de Calatrava (niveles CO-1, CO-2, CO-3, CO-4, CO-5, CO-12, CO-17, CO-18, CO-20, CO-25 y CO-26), a los que hay que añadir algunas localidades del sinclinal de Guadalmez (niveles EB 6F (?) y EB-7).

En el Dominio Obejo-Valsequillo, Gutiérrez-Marco *et al.* (2014) mencionan la presencia de conodontos silúricos en cantos de calizas negras heredados en el olitostroma carbonífero del valle del Guadalmellato (Córdoba). Se trata de una asociación poco determinativa conteniendo *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson y Mehl), *Pseudooneotodus beckmanni* (Bischoff y Sannemann), *Wurmiella excavata excavata* (Branson y Mehl), *Oulodus*? sp., “*Ozarkodina*”? sp. A y fragmentos indeterminados de elementos ramiformes, cuya edad Pridoli basal viene indicada por algunos graptolitos y moluscos asociados. Además de los conodontos, las mismas muestras brindaron posibles restos de muellerisféridos (= “mazeloides”), que vienen a sumarse a los ya ilustrados por Gutiérrez-Marco *et al.* (2001: lám. 5, fig. 9) en la misma localidad, así como posibles foraminíferos aglutinantes (*Bathysiphon*? sp.), que representarían la única cita del grupo en la zona de estudio.

### 6.3.9 Icnofósiles

El reconocimiento de icnofósiles en un hecho relativamente raro en el Silúrico surcentroibérico, donde predominan los ambientes euxínicos, en facies de pizarras negras graptolíticas, o bien las alternancias de areniscas y pizarras micáceas carentes de indicios aparentes de actividad biológica. Los primeros autores locales que encontraron icnofósiles los interpretaron como restos de algas conservados en las ampelitas: tal es el caso de *Butotrephes gracilis* Hall, mencionado por Cortázar (1880) en los sinclinales de Guadalmez y Almadén, un taxón sinónimo del icnogénero *Chondrites* von Sternberg. También de los “restos de plantas” citados por Machens (1956) en el sinclinal de Corral de Calatrava, o los “fucoides” identificados por Márquez Triguero (1961) y Almela *et*



al. (1962) en nódulos graptolíticos y pizarras gris amarillentas, respectivamente, de las regiones de San Benito y Almadén. Es posible que el “organismo *incaerte sedis* (sic) reticulado” ilustrado por Hernández Sampelayo (1960, Lám. 20, fig. 3) en el yacimiento de graptolitos de Gargantiel corresponda, bien a un retiolítico, o bien a un posible *Chondrites?* isp. Hasta la fecha, la única mención expresa de icnofósiles silúricos, eran las “numerosas trazas de bioturbación y pistas unilobuladas” señaladas por Prost-Dame (1980) en la región de Castuera (Badajoz), en este caso localizadas en la parte baja de las alternancias arenosas que suceden a las pizarras graptolíticas.

En el transcurso de nuestro estudio hemos identificado la presencia de algunos icnofósiles en la sección de Corral de Calatrava (niveles CO-1 a 4, 10, 12, 14, 17, 21?, 22, 24-25) y su vecina CC GJ-15 (confluencia de los ríos Guadiana y Jabalón), así como en la localidad GM-H del sinclinal de Guadalmez y en la localidad GM EC-7 de la zona de la estación de las Cabras (próxima a Cabeza del Buey, Badajoz), que en su conjunto son representativas de los materiales comprendidos entre el Telychiense basal y el Sheinwoodiense.

El morfotipo más común en las pizarras graptolíticas corresponde a excavaciones horizontales de pocos centímetros de longitud, de diámetro generalmente inferior a 3 mm y trazado levemente sinuoso, con evidencias de ramificaciones cortas en algunos casos. Las trazas contrastan por su diferente coloración, relieve diferencial y textura, más grosera que la de la matriz. Se trata de moldes endoestratales alterados a materiales ferruginosos, generados a partir de la piritización precoz del relleno original de las huellas, probablemente inducido por microorganismos.

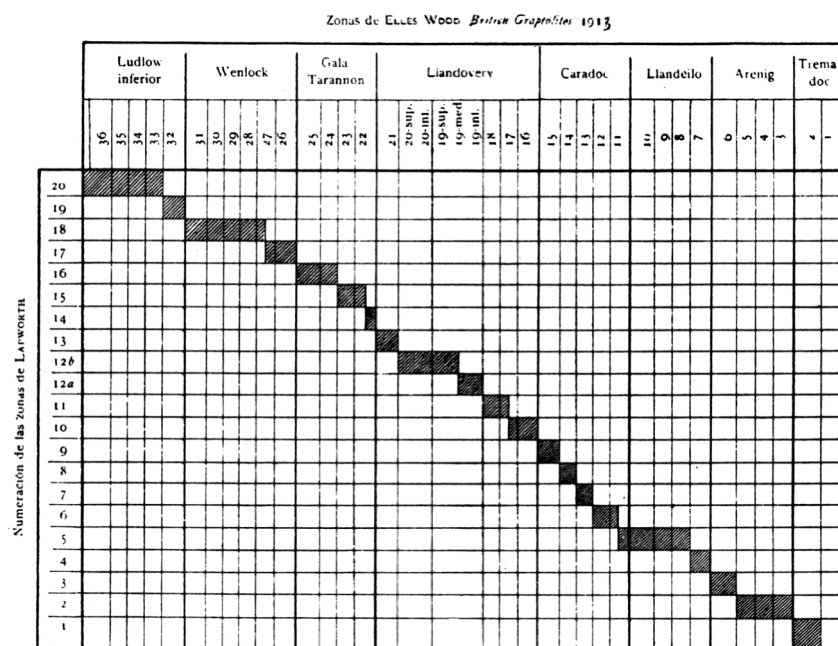
La morfología sinuosa y la presencia de ramificaciones en algunos ejemplares los hace próximos a ciertas icnoespecies de *Chondrites*, por ejemplo *C. targionii* (Brongniart) (Uchman, 1998, fig. 22B). Sin embargo, la combinación del mismo trazado con un relleno ferruginoso, es mucho más próxima a los icnogéneros *Trichichnus* Frey y *Pilichnus* Uchman. El primero de ellos, aunque se desarrolla en varios ángulos con respecto a la estratificación, comprende una forma horizontal a oblicua, con cortos apéndices laterales, más finos que la traza principal, cuyo aspecto es virtualmente idéntico al material del Silúrico surcentroibérico (Lám. 28, fig. 12). Por esta razón, un pequeño número de ejemplares han sido identificados como *Trichichnus appendicus* Uchman. Nuestro material difiere de *Pilichnus* por su grosor supramilimétrico y por la ramificación de tipo lateral, en vez de dicotómica (Uchman, 1999). En cuanto a los ejemplares curvos y carentes de ramificación, los hemos identificado como *Trichichnus* isp. debido a la naturaleza ferruginosa de su relleno (Lám. 28, fig. 11). Finalmente, las galerías que se conservan en relieve, pero sin detalles de su relleno interno, hemos optado por determinarlas como *Trichichnus?* isp. (Lám. 28, fig. 8) en vez de relacionarlas con *Planolites* Nicholson, debido a su asociación con los morfotipos precedentes y a las escasas probabilidades de que su relleno tenga una constitución diferente a la pirita, en las facies tan homogéneas de pizarras negras graptolíticas. De acuerdo con los trabajos precedentes, *Trichichnus* se interpreta como la galería de habitación producida por un organismo sedimentívoro meiofaunal (Frey, 1970) a quimiosimbionte, representado desde el Tremadociense inferior al Holoceno en variados ambientes marinos, desde someros a profundos (Uchman, 1999).



## 7 BIOESTRATIGRAFÍA (GRAPTOLITOS)

Los graptolitos constituyen el grupo fósil con mayor interés bioestratigráfico y biocronológico para el Silúrico, de tal modo que la subdivisión formal en series y pisos de este sistema se fundamenta en nueve estratotipos de límite (GSSP), definidos por la primera aparición de especies concretas de graptolitos, los cuales fueron ratificados por la IUGS entre 1980 y 1984 (Melchin *et al.*, 2004; Ogg *et al.*, 2008). Junto a los graptolitos, otros grupos fósiles del Silúrico con un interés bioestratigráfico especial son los conodontos y los microfósiles de pared orgánica, que hasta la fecha apenas se hallan estudiados en la Zona Centroibérica.

La biozonación más antigua del Silúrico en base a graptolitos es la de Lapworth (1879-1880), refinada y ampliada por Elles y Wood (1901-1918). Ambas se refieren al Silúrico británico, y constan de 11 biozonas en el primer caso (números 10 a 20 de Lapworth) y 21 en el segundo (números 16 a 36 de Elles y Wood): Fig. 37 (reproducido de Meléndez, 1982). La numeración de biozonas de Elles y Wood fue ampliamente utilizada en la Zona Centroibérica durante más de cincuenta años, perviviendo parcialmente en las memorias acompañantes a la cartografía del proyecto MAGNA, donde incluso se citan términos cronoestratigráficos largamente obsoletos (Valentiense, Salopiense, Birkhill, Gala-Tarannon).



**Fig. 37.** Cuadro de correlación de biozonas de Lapworth y Elles y Wood (1913).

El desarrollo de estudios bioestratigráficos posteriores, en numerosas áreas mundiales pertenecientes a varios paleocontinentes, motivó la aparición posterior de diversas biozonaciones para las áreas báltica, lauréntica y gondwánica, en paralelo a la escala británico-avalónica. La biozonación británica fue revisada en trabajos modernos y ampliada a 34 biozonas (datos recopilados por Zalasiewicz *et al.*, 2009), que mostraron que el registro de estos fósiles en Gran Bretaña concluye en la “Biozona de proliferación de *Bohemograptus*” (Ludfordiense s. l.).

La correlación más reciente disponible entre los distintos esquemas bioestratigráficos de graptolitos silúricos es la de Loydell (2012), reproducida para el Llandovery y Wenlock en las Figs. 38 y 39. Con anterioridad se había compilado una tabla de integración bioestratigráfica en la que se definían intervalos de tiempo para estudios paleogeográficos locales (Koren *et al.*, 1995-1996). De acuerdo con las escasas dataciones geocronométricas conocidas, la duración media de las biozonas de graptolitos silúricos sería de aproximadamente 800.000 años para el Llandovery, 500.000 años para el Wenlock, 300.000 años para el Ludlow y 350.000 años para el Pridoli (Loydell, 2012).

En el presente trabajo hemos utilizado la biozonación correspondiente al Silúrico de la Europa perigondwánica, fundamentada en la sucesión de graptolitos de Bohemia (Příbyl, 1983; Štorch, 1994a, 1995a) que, por comparación con las escalas derivadas de Turingia y Cerdeña, es la que mejor se adapta al registro del Silúrico centroibérico (Štorch, 1998a, 1998b).

Stage	Avalonia + Baltica	Peri-Gondwanan Europe	Arctic Canada	North-East Africa	South China Palaeoplate	
TELYCHIAN	<i>Cyrtograptus centrifugus</i>	<i>Cyrtograptus centrifugus</i>	<i>Cyrtograptus centrifugus</i>	?	?	
	<i>Cyrtograptus insectus</i>	<i>Cyrtograptus insectus</i>	<i>Cyrtograptus insectus</i>		<i>Cyrtograptus sakmaricus</i> <i>Cyrtograptus lapworthi</i> <i>Monoclimacis geinitzi</i>	
	<i>Cyrtograptus lapworthi</i>	<i>Cyrtograptus lapworthi</i>	<i>Cyrtograptus sakmaricus</i>		<i>Oktavites spiralis</i>	
	<i>Oktavites spiralis</i>	<i>Oktavites spiralis</i>	<i>Metaclimacograptus flamandi</i> - <i>Parapetalolithus meridionalis</i>		<i>Torquigraptus tullbergi</i>	
	<i>Monoclimacis crenulata</i>	<i>Torquigraptus tullbergi</i>		" <i>Monoclimacis griestoniensis</i> "		
	<i>Monoclimacis griestoniensis</i>	<i>Monoclimacis griestoniensis</i>		<i>Streptograptus exiguus</i>		
	<i>Streptograptus sartorius</i>	<i>Streptograptus crispus</i>		<i>Streptograptus exiguus</i>		
	<i>Streptograptus crispus</i>		<i>Streptograptus crispus</i>			
	<i>Spirograptus turriculatus</i>	<i>Spirograptus turriculatus</i>	<i>Spirograptus turriculatus</i>	<i>Spirograptus turriculatus</i> + <i>Spirograptus guerichi</i>	<i>Spirograptus turriculatus</i>	
	<i>Spirograptus guerichi</i>	<i>Rastrites linnaei</i>	<i>Spirograptus guerichi</i>	<i>Spirograptus guerichi</i>		
<i>Stimulograptus halli</i>	<i>Stimulograptus sedgwickii</i>		<i>Stimulograptus sedgwickii</i>	?		
<i>Stimulograptus sedgwickii</i>		<i>Lituigraptus convolutus</i>			<i>Lituigraptus convolutus</i>	<i>Lituigraptus convolutus</i>
AERONIAN	<i>Pribylograptus leptotheca</i>	<i>Pribylograptus leptotheca</i>	<i>Pribylograptus leptotheca</i>	<i>Coronograptus gregarius</i>		
	<i>Neodiplograptus magnus</i>	<i>Campograptus curtus</i>			<i>Coronograptus gregarius</i> - <i>Paraclimacograptus libycus</i>	
	<i>Demirastrites triangulatus</i>		<i>Demirastrites pectinatus</i> - <i>D. triangulatus</i>			
	' <i>Monograptus</i> ' <i>revolutus</i>	<i>Coronograptus cyphus</i>	<i>Coronograptus cyphus</i>		<i>Neodiplograptus fezzanensis</i>	<i>Coronograptus cyphus</i>
	<i>Cystograptus vesiculosus</i>	<i>Cystograptus vesiculosus</i>	<i>Hultagraptus acinaces</i> <i>Atavograptus atavus</i>		<i>Neodiplograptus africanus</i>	<i>Cystograptus vesiculosus</i>
RHUDDANIAN	<i>Parakidograptus acuminatus</i> - <i>Akidograptus ascensus</i>	<i>Parakidograptus acuminatus</i>	<i>Parakidograptus acuminatus</i>	<i>Neodiplo. imperfectus</i> <i>Neodiplo. incommodus</i>	<i>Parakidograptus acuminatus</i>	
		<i>Akidograptus ascensus</i>	<i>Akidograptus ascensus</i>	<i>'Paraclimaco.'</i> <i>kiliani</i> <i>Normalo. tilokensis</i>	<i>Akidograptus ascensus</i>	

**Fig. 38.** Tabla de correlación de biozonas de graptolitos del Llandovery (Silúrico), reproducida de Loydell (2012), con datos de distintos autores.

Stage	Avalonia + Baltica	Peri-Gondwanan Europe	Arctic Canada
HOMERIAN	<i>Colonograptus ludensis</i>	<i>Colonograptus ludensis</i>	<i>Colonograptus ludensis</i>
	<i>Colonograptus deubeli</i> + <i>C. praedeubeli</i>	<i>Colonograptus deubeli</i> + <i>C. praedeubeli</i>	<i>Colonograptus deubeli</i> + <i>C. praedeubeli</i>
	<i>Gothograptus nassa</i>	<i>Gothograptus nassa</i> <i>Pristiograptus parvus</i>	<i>Pristiograptus dubius</i> / <i>Gothograptus nassa</i>
	<i>Cyrtograptus lundgreni</i>	<i>Cyrtograptus lundgreni</i>	<i>Cyrtograptus lundgreni</i>
SHEINWOODIAN	<i>Cyrtograptus perneri</i>	<i>C. perneri</i> / <i>C. ramosus</i>	<i>C. perneri</i> / <i>M. opimus</i>
	<i>Cyrtograptus rigidus</i>	<i>C. rigidus</i> / <i>M. belophorus</i>	<i>Monograptus instrenuus</i> / <i>Cyrtograptus kolobus</i>
	<i>Pristiograptus dubius</i>	<i>Pristiograptus dubius</i>	
	<i>Monograptus riccartonensis</i>	<i>Monograptus riccartonensis</i>	
	<i>Monograptus firmus</i>	<i>Cyrtograptus murchisoni</i>	?
	<i>Cyrtograptus murchisoni</i>		

**Fig. 39.** Tabla de correlación de biozonas de graptolitos del Wenlock (Silúrico), reproducida de Loydell (2012), con datos de distintos autores.

La principal dificultad encontrada en nuestra área de trabajo es la ausencia generalizada de sucesiones graptolíticas que involucren a más de dos biozonas en continuidad estratigráfica, con la sola excepción de la sección del río Jabalón al noreste de Corral de Calatrava. Allí aflora una sucesión bastante continua comprendida entre la Biozona de *Rastrites linnaei* (Telychiense) y la Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* s. l. (Homeriense basal) (Štorch *et al.*, 1998) con, al menos, una neta laguna estratigráfica de las biozonas de *Cyrtograptus insectus* y *Cyrtograptus centrifugus* (límite Llandovery-Wenlock: Loydell *et al.*, 2009).

El conjunto de las secciones y los afloramientos aislados estudiados en la región surcentroibérica, nos ha llevado a identificar un total de 17 biozonas o subzonas (11 del Llandovery, 5 del Wenlock y 1 del Ludlow). La única biozona del Aeroniense representada con seguridad es la de *L. convolutus*. Las biozonas del Telychiense son las de *R. linnaei* (con sus tres subzonas de *P. runcinatus*-*M. gemmatus*, *P. palmeus* y *P. hispanicus*), *S. turriculatus*, *Strep. crispus*, *Mcl. griestoniensis*, *T. tullbergi*, *O. spiralis* y *C. lapworthi*. En el Sheinwoodiense se reconocen las biozonas de *C. murchisoni*, *M. riccartonensis*, *M. belophorus*-*C. rigidus* y *C. perneri*-*C. ramosus*. Finalmente, el Homeriense y el Ludfordiense se hallan representados, respectivamente, por las biozonas de *C. lundgreni* y de *Saetograptus linearis* (?).

El criterio para reconocer las distintas biozonas se basa, casi siempre, en la identificación de aquél taxón nominal cuya extensión vertical define cada biozona concreta. En ausencia del mismo, alguna biozona ha sido definida por el intervalo entre la desaparición y aparición, respectivamente, de los taxones que delimitan las biozonas inferior y superior a la biozona deducida. También por la presencia de taxones conocidos únicamente en parte de una determinada biozona, cuando falta su taxón nominal.

Nuestros resultados bioestratigráficos destierran definitivamente, para la zona de estudio, la existencia de “mezclas” entre asociaciones de graptolitos de distinta edad, postulada por Henke y Hundt (1926) y por Hernández Sampelayo (1960) para diversos yacimientos del área de Almadén, Corral de Calatrava y Sierra Morena oriental, cuyos datos pervivieron en numerosas publicaciones posteriores. A este respecto, Habberfelner (1931) ya había criticado duramente las “extrañas asociaciones de graptolitos” observadas por Henke y Hundt (1926), donde se mezclaban especies de niveles muy dispares del Silúrico, demostrando que implicaban identificaciones taxonómicas erróneas. Sin embargo, la posibilidad de que en una misma muestra pudieran concurrir especies características de distintas biozonas, es una constante en los trabajos sobre graptolitos silúricos del área ibero-armoricana, donde incluso se aludía a circunstancias paleogeográficas especiales en áreas alejadas de los estratotipos británicos (Philippot, 1950; Philippot y Riba, 1952; Romariz, 1962, 1969). Diversos trabajos posteriores probaron que en todas aquellas localidades francesas, portuguesas y españolas donde se habían postulado “dislocaciones estratigráficas” en el registro de los graptolitos, en realidad contenían asociaciones “normales”, de edades concretas, con mezcla de graptolitos mal identificados.

En la Figura 40 se detalla la distribución temporal de todos los taxones reconocidos en nuestro trabajo, junto a su correspondencia con las unidades bioestratigráficas. A continuación se desglosan las asociaciones de graptolitos establecidas para cada biozona.

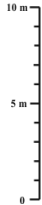
## 7.1 LLANDOVERY

### 7.1.1 Rhuddaniense

El registro sedimentario del Rhuddaniense en la región surcentroibérica se limita a niveles no identificados dentro de la Fm. Cuarcita del Criadero y unidades equivalentes de Sierra Morena oriental. Esta formación alberga el tránsito Ordovícico-Silúrico, delimitado por las faunas de braquiópodos del Hirnantense (Villas *et al.*, 1999) situadas en su parte inferior, y las primeras asociaciones con graptolitos del Aeroniense medio localizadas cerca de su techo (García Palacios *et al.*, 1996a).

Hernández Sampelayo (1960) y Ríos Aragüés (1977) citan, en algunos yacimientos de la región surcentroibérica, supuestas especies de graptolitos rhuddanienses, encontrados en las pizarras negras situadas por encima de la cuarcita. Entre ellas (nombres genéricos actualizados) aparecen *Parakidograptus acuminatus* (Nicholson), *Cystograptus vesiculosus* (Nicholson), *Pseudorthograptus mutabilis* (Elles & Wood), *Normalograptus medius* (Törnquist), *Norm. normalis* (Lapworth) y *Norm. angustus* (Perner) [*pp.*= *Climacograptus miserabilis* (Elles & Wood)]. La revisión de las mismas localidades y niveles que citan estos autores revela que todas estas especies aeronienses fueron confundidas en realidad con otras más modernas, generalmente del Telychiense. Los resultados de la revisión se detallan en el apartado de sistemática paleontológica.

**Fig. 40.** Distribución temporal de todos los taxones reconocidos en la zona de trabajo, junto a su correspondencia con las unidades bioestratigráficas.



LLANDOVERY			WENLOCK		LUDLOW		PRIDOLI
AERONIENSE	TELYCHIESE		SHEINWOODIENSE	HOMERIENSE	LUDFORDIENSE		
Fm. C. del Criadero		Fm. Guadarranquejo		"Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas"			



		biozonas											especies
		N. parvilitinus-N. ultimus?											
		S. leinswardinensis?											
		C. lundgreni											
		C. perneri-C. ramosus											
		M. belophorus-C. rigidus											
		M. riccartonensis											
		C. marchisoni											
		C. lapworthi											
		O. spiralis											
		T. tullbergi											
		Met. griestoniensis											
Strep. crispus		Torquigraptus proteus Pseudoplegmograptus obesus Cochlograptus yeles Parapetalolithus cf. altissimus											
S. turrulatus		Strep. crispus Strep. turrulatus Glyptograptus tamariscus Lapworthograptus aff. singularis Pristograptus cf. initialis Strep. turrulatus 											

*Sacitograptus cf. linearis*  
*Sacitograptus cf. climaera*  
*Neocolonograptus parvilitinus*  
*Neocolonograptus ultimus*





### 7.1.2 Aeroniense

La identificación de especies de graptolitos aeronienses es relativamente común entre los trabajos antiguos o menos actualizados de la región estudiada (por ejemplo, Henke, 1926; Hernández Sampelayo, 1926, 1942, 1960; Haberfelner, 1931; Márquez Triguero, 1961; Almela *et al.*, 1962; Gil Cid, 1970; Corretgé y García de Figuerola, 1971). Además de la mención generalizada de "*Monograptus*" *sedgwickii* (Portlock) se citan, entre otros (nombres genéricos actualizados), *Monograptus argenteus* (Nicholson), *M. limatulus* Törnquist, *M. nicholsoni* Perner, "*M. cygneus* Törnquist", "*M. inopinus* Törnquist", "*M.*" *intermedius* (Carruthers), *Pristiograptus concinnus* (Lapworth), *P. jaculum* (Lapworth), *P. regularis* (Törnquist), *Coronograptus gregarius* (Lapworth), *Demirastrites triangulatus* (Harkness), *Neolagarograptus tenuis* (Portlock), *Pribylograptus leptotheca* (Lapworth), *Pr. argutus* (Lapworth), *Pr. incommodus* (Törnquist), *Pr. sandersoni* (Lapworth), *Rastrites setiger* Elles & Wood, *R. peregrinus* (Barrande), *Rastrites* cf. *spina* (Richter), *Metaclimacograptus hughesi* (Nicholson), "*Neodiplograptus modestus*" (Lapworth), *Rivagraptus bellulus* (Törnquist), *Pseudorthograptus insectiformis* (Nicholson), *Petalolithus ovatoelongatus* (Kurck), *P. palmeus* "*latus*" (Barrande) y *P. folium* (Hisinger). Como ocurría en el caso de los graptolitos rhuddanienses, la gran mayoría de estas especies del Aeroniense corresponden a formas incorrectamente identificadas de graptolitos telychienses. Sus equivalencias para citas concretas constan en las sinonimias de los taxones referidos en el apartado de sistemática paleontológica. No obstante, en el área de estudio existen graptolitos aeronienses correspondientes a una sola biozona, que se detalla a continuación.

#### 7.1.2.1 Biozona de *Lituigraptus convolutus*

Se reconoce en el área por la presencia de *Lituigraptus convolutus* (Hisinger), *Campograptus lobiferus* (McCoy), *Rhaphidograptus toernquisti* (Elles & Wood), *Normalograptus scalaris* (Hisinger), *Pristiograptus* sp., *Rastrites* sp. y *Metaclimacograptus* sp. Esta asociación está restringida a las intercalaciones pizarrosas y limolíticas de la parte más alta de la Cuarcita del Criadero, donde alternan con niveles arenosos y cuarcíticos laminados de espesor centimétrico. Los principales afloramientos se sitúan en tres lugares muy alejados entre sí, lo que parece indicar que originalmente presentaba una distribución mucho más amplia que la actual, si bien los graptolitos no se conservan en las secciones con predominio arenoso o con posible amalgamación estratigráfica. La asociación aparece en Corral de Calatrava (sección de la confluencia de los ríos Guadiana y Jabalón, niveles CC GU JA-10 y CC GU JA-11; en la sección oriental de la estación de Chillón, niveles CHE-(-1) y CHE-(-2) (sinclinal de Guadalmez) y en la localidad de Cantohincado (sinclinal de Valdeazogues-Puertollano). Adicionalmente, las localidades de ambos flancos del sinclinal de Almadén, con graptolitos en la Fm. Cuarcita del Criadero con preservación tridimensional ([asociaciones monoespecíficas de *N. scalaris* (Hisinger, 1837)], se ubican provisionalmente en esta biozona por su posición estratigráfica coincidente (localidades Los Toriles y AL AM-1 de los flancos norte y sur, respectivamente). Un caso similar es el de los graptolitos del techo de la misma unidad en la localidad del Arroyo del Lápiz

(nivel AL LP), con areniscas ricas en *N. cf. rectangularis* (McCoy) y *Rhaphidograptus toernquisti* (Elles & Wood).

La cita de *Pseudoglyptograptus vas* Bulman & Rickards en la Cuarcita del Castellar de El Centenillo (Gutiérrez-Marco y Pineda, 1988) podría representar niveles aeronienses previos a la Biozona de *L. convolutus*, dado que esta especie se restringe en Gran Bretaña a la Biozona de *Neodiplograptus magnus* y, tal vez, a la parte superior de la de *Demirastrites triangulatus*. No obstante, y como se indica en la revisión, es posible que el original del ejemplar español corresponda al molde interno piritizado de una especie de *Normalograptus* de las que son comunes en la Biozona de *L. convolutus* o incluso en la de *R. linnaei*.

En todo caso, las localidades centroibéricas de la Biozona de *L. convolutus* muestran una diversidad de graptolitos extremadamente baja por comparación con otros registros mundiales, especialmente con los de Bohemia (Štorch, 1998c). Esto es debido a las facies someras, compatibles con la interpretación paleoambiental de Štorch (1998a)

### 7.1.3 Telychiense

#### 7.1.3.1 Biozona de *Rastrites linnaei*

En la mayoría de las secciones estudiadas, la sucesión graptolítica que debuta en la base de las pizarras negras, o en el tránsito a la Cuarcita del Criadero, empieza con la Biozona de *Rastrites linnaei* del Telychiense inferior. Cuando ésta falta, o incluso la totalidad del Telychiense, es por causas tectónicas que eliminan la parte inferior de las pizarras negras graptolíticas. El tránsito de las cuarcitas de tipo Criadero a las pizarras es siempre muy rápido y de carácter transgresivo. La transgresión de la base del Telychiense es de carácter eustático y fue atribuida inicialmente por Loydell (1994, 1998) al deshielo del casquete polar gondwánico.

Desde el punto de vista biostratigráfico, la Biozona de *R. linnaei* se caracteriza esencialmente por la aparición y la extensión vertical de la forma nominal, cuya extinción se solapa ligeramente con el primer registro de *S. turriculatus* (Barrande, 1850). Los autores británicos prefieren sustituir esta biozona por la de *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, como especie índice de la base del Telychiense, dado que la aparición de *S. guerichi* Loydell, Štorch & Melchin posdata ligeramente a la de *R. linnaei* Barrande (Zalasiewicz *et al.*, 2009; Loydell, 2012). Sin embargo, en la Zona Centroibérica no puede diferenciarse una biozona de *Stimulograptus halli*, del Aeroniense terminal, previa a la aparición de *S. guerichi*, y el registro de *S. halli* (Barrande) aparece siempre confinado a materiales telychienses.

En la región surcentroibérica, la Biozona de *R. linnaei* se puede subdividir en tres subzonas en base a sucesivas asociaciones de graptolitos: Subzona de *Paradiversograptus runcinatus*-*Monograptus gemmatus*, Subzona de *Parapetalolithus palmeus* y Subzona de *Parapetalolithus hispanicus*. La primera aglutina las subzonas de *P. runcinatus* y *M. gemmatus*, integradas en la Biozona de *S. guerichi* de Gran Bretaña (Loydell, 1991; Zalasiewicz *et al.*, 2009). Las restantes subzonas equivalen a las mismas divisiones en Bohemia (Štorch, 1994a).

### **Subzona de *Paradiversograptus runcinatus*-*Monograptus gemmatus***

Se caracteriza por las formas nominales *Monograptus gemmatus* (Barrande) y *Paradiversograptus runcinatus* (Lapworth), que se presentan asociadas a *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Stimulograptus becki* (Barrande), *Sti. halli* (Barrande), *Strep. plumosus* (Baily), *Strep. cf. filiformis* Chen, *Torquigraptus obtusus* (Schauer), *T. planus* (Barrande), *Monograptus marri* Perner, *Pristiograptus variabilis* (Perner), *P. renaudi* (Philippot), *P. pristinus* Příbyl, *Rastrites linnaei* Barrande, *R. fugax* Barrande, *R. schaueri* Štorch & Loydell, *R. abbreviatus* Lapworth, *Metaclimacograptus asejradi* Legrand, *Parapetalolithus elongatus* (Bouček & Příbyl), *P. linearis* (Bouček & Příbyl), *Glyptograptus* sp. y *Pseudoretiolites* cf. *dentatus* Bouček & Münch. La concurrencia en las mismas asociaciones de las especies índices de las subzonas británicas de *P. runcinatus* y de *M. gemmatus*, impide separar éstas en la Zona Centroibérica, de la misma forma que ya había sido documentada en la Cordillera Ibérica (Gutiérrez-Marco y Štorch, 1998).

Desde el punto de vista estratigráfico, la subzona se documenta en muy pocas localidades de la región estudiada, ya que aparece restringida a los niveles de tránsito entre la Fm. Cuarcita del Criadero y las pizarras negras graptolíticas, que suelen presentarse tectonizados en la mayor parte de los afloramientos. No obstante, la subzona de *P. runcinatus*-*M. gemmatus* se halla bien representada en el sinclinal de Corral de Calatrava (niveles CC GU JA-12 a CC GU JA-14); y tal vez en una localidad aislada del sinclinal de Guadalmez (nivel GM GN-1).

### **Subzona de *Parapetalolithus palmeus***

En la asociación concurren prácticamente las mismas especies que en la subzona precedente, destacando la aparición de la forma nominal *P. palmeus* (Barrande). Además de esta se registran *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Stimulograptus becki* (Barrande), *Sti. halli* (Barrande), *Strep. plumosus* (Baily), *Strep. cf. filiformis* Chen, *Torquigraptus planus* (Barrande), *Monograptus marri* Perner, *M. gemmatus* (Barrande), *Pristiograptus variabilis* (Perner), *P. renaudi* (Philippot), *P. pristinus* Příbyl, *Rastrites linnaei* Barrande, *Paradiversograptus runcinatus* (Lapworth), *Metaclimacograptus asejradi* Legrand, *Parapetalolithus elongatus* (Bouček & Příbyl) y *Glyptograptus* sp.

La subzona está escasamente representada en la base de las pizarras negras graptolíticas de los sinclinales de Corral de Calatrava (nivel ¿CC GU JA-15?), Guadalmez (niveles CHE-1 a CHE-3 y ¿CHE-4? de la estación de Chillón) y Almadén (nivel AL LP-A del Arroyo del Lápiz); además de una localidad aislada en Sierra Morena Oriental (muestra 863/9816).

### **Subzona de *Parapetalolithus hispanicus***

La subzona terminal de la Biozona de *R. linnaei* se caracteriza por la aparición de *P. hispanicus* (Haberfelner) y, localmente, de otros taxones como *Streptograptus linearis* Chen, *Pseudoplegmatograptus obesus* (Lapworth), *Pristiograptus bjerringus* (Bjerreskov), *Stimulograptus* cf. *utilis* Loydell, *Streptograptus storchi* Loydell, *Rastrites spengillensis* Rickards y *Torquigraptus proteus* (Barrande). De las subzonas precedentes continúan su representación *P. elongatus* (Bouček & Příbyl), *Metaclimacograptus asejradi* Legrand, *Pristiograptus renaudi* (Philippot), *P. variabilis*

(Perner), *P. pristinus* Přibyl, *Rastrites linnaei* Barrande, *R. cf. schaueri* Štorch & Loydell, *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Stimulograptus becki* (Barrande), *Sti. halli* (Barrande), *Streptograptus plumosus* (Baily), *Torquigraptus planus* (Barrande) y *Monograptus marri* Perner.

La subzona de *P. hispanicus* la hemos caracterizado en los sinclinales de Guadarranque (localidad NP-A-1A), Corral de Calatrava (niveles CO-1 a CO-3) y Guadalmez (niveles GM GRE y ¿GM GN-3?).

### 7.1.3.2 Biozona de *Spirograptus turriculatus*

La base de esta biozona está marcada por la aparición de su especie índice *Spirograptus turriculatus* (Barrande), que reemplaza a *S. guerichi* Loydell, Štorch & Melchin. Continúan su representación especies como *Metaclimacograptus asejradi* Legrand, *Pristiograptus variabilis* (Perner), *Monograptus marri* Perner, *Stimulograptus becki* (Barrande), *Sti. cf. utilis* Loydell, *Strep. plumosus* (Baily), *Torquigraptus planus* (Barrande), *T. proteus* (Barrande) y *Pseudoplegmatozograptus obesus* (Lapworth). Se registra la primera aparición de algunas formas que continúan en biozonas posteriores, como *Parapetalolithus cf. altissimus* (Elles & Wood). Junto a *S. turriculatus* (Barrande), *Streptograptus storchi* Loydell es exclusivo de la biozona.

Aunque *S. turriculatus* (Barrande) había sido citado profusamente en la región surcentroibérica, en la mayor parte de los casos se ha comprobado que había sido confundido con su antecesor *S. guerichi* Loydell, Štorch & Melchin. La asociación estudiada recuerda más a la Biozona de *S. turriculatus* de Bohemia (Štorch, 1994a), que a la de su equivalente en Gales (Loydell, 1991). Se halla representada en el sinclinal de Corral de Calatrava (niveles ¿CO-4?, CO-4/4A y CO-4A) y posiblemente también en los sinclinales de Almadén (localidad 17 de El Entredicho) y Valdeazogues-Puertollano (nivel ¿PT OB-1?).

### 7.1.3.3 Biozona de *Streptograptus crispus*

Se caracteriza por la presencia o primera aparición de las especies *Streptograptus crispus* (Lapworth), *Torquigraptus arcuatus* (Bouček), *T. australis* Štorch, *Cochlograptus veles* (Richter), *Pristiograptus cf. initialis* Kirste, *Streptograptus exiguus* (Nicholson), *Lapworthograptus aff. singularis* (Törnquist), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Glyptograptus tamariscus* (Nicholson), *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand) y *Retiolites geinitzianus* (Barrande). También están representadas especies de rango temporal amplio como *Torquigraptus proteus* (Barrande), *Monograptus marri* Perner, *Pristiograptus cf. pristinus* Přibyl, *Spirograptus cf. turriculatus* (Barrande) y *Pseudoplegmatozograptus obesus* (Lapworth), alguna de las cuales prosiguen de niveles precedentes, tras haber superado el Evento Utilis de extinción.

De acuerdo con Loydell (2012), la biozona de *S. crispus* de Bohemia e Iberia equivale en rango a las biozonas británicas de *S. crispus* y *Streptograptus sartorius*. No prosperó el intento de renombrarla como biozona de *Torquigraptus arcuatus* (Storch, 1998a; Storch *et al.*, 1998).

Dentro del área de trabajo la biozona de *Streptograptus crispus* la hemos caracterizado en los sinclinales de Corral de Calatrava (niveles CO-5 y ¿CO-5/7? de la sucesión del río Jabalón), Almadén (nivel AL LP-B de la sucesión del Arroyo del Lápiz) y Guadalmez (localidad 33 de la cantera del Molinillo), así como en una localidad aislada de Sierra Morena oriental (nivel EC SE 1G).

#### 7.1.3.4 Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*

Se caracteriza por la aparición del género *Monoclimacis* y, más concretamente, por la de la especie guía *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol). La asociación se compone de *Monoclimacis woodae* Zalasiewicz, Loydell & Štorch, *Monograptus juancarlosi* Štorch, *M. priodon* (Bronn), *M. drepanoformis* Toghil & Strachan, *M. cf. parapriodon* Bouček, *Stimulograptus splendens* Štorch, *Torquigraptus australis* Štorch, *T. arcuatus* (Bouček), *T. tullbergi* (Bouček), *Streptograptus crispus* (Lapworth), *Pristiograptus nudus* (Lapworth), *Cochlograptus veles* (Richter), *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand) y *Retiolites geinitzianus* (Barrande). También se registra la última aparición de especies de amplio rango como *Pristiograptus pristinus* Příbyl, *Torquigraptus proteus* (Barrande), *Parapetalolithus cf. altissimus* (Elles & Wood) y *Pseudoplegmatograptus obesus* (Lapworth).

La biozona de *Mcl. griestoniensis* ha sido reconocida en numerosas sucesiones y localidades en la zona de trabajo, que se reparten por los sinclinales de Corral de Calatrava (niveles ¿CO-5/7?, CO-6, ¿CO-7?, ¿CO-7b?, CO-8A, CO-8, CO-9, CO-10), Almadén (Mina de Almadén y muestra ¿AL LP-E?, del arroyo del Lápiz), Valdeazogues-Puertollano (nivel ¿PT RE-10? de la sucesión de Retamar) y Guadalmez (niveles GM GN-2 y ¿GM GN-4? de la sucesión de Guadalmez Norte y niveles ¿EB-0?, EB-1 de la de la Estación de Belalcázar); en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches (niveles SB PQ-1 a SB PQ-17 de la sucesión de San Benito) así como en Sierra Morena oriental: El Centenillo (niveles EC SE 2G, EC SE 3G, ¿EC SE 4G? y ¿EC SE 5G?) y hoja geológica MAGNA 862 (muestra 9803).

#### 7.1.3.5 Biozona de *Torquigraptus tullbergi*

La asociación de graptolitos se caracteriza por la aparición de *Torquigraptus tullbergi* (Bouček) y *Monoclimacis crenulata* (Elles & Wood), junto con *Torquigraptus flagellaris* (Törnquist), y *M. parapriodon* Bouček. También aparecen formas de amplia distribución vertical como *Monograptus priodon* (Bronn), *M. juancarlosi* Štorch, *Torquigraptus cf. arcuatus* (Bouček), *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Stimulograptus splendens* Štorch y *Cochlograptus veles* (Richter); además de otras que hacen su primera aparición en la biozona, como *Stimulograptus novaki* (Bouček), *Streptograptus speciosus* (Tullberg), *Monograptus curvus* Manck, *Monoclimacis vomerina* (Nicholson), *Retiolites angustidens* Elles and Wood y representantes de los géneros *Diversograptus* (*D. pergracilis?* (Bouček) y *D. ramosus* Manck) y *Stomatograptus* (*Stom. sp.*). De manera ocasional, en la parte baja de la biozona se registran los últimos representantes de *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol) y *Torquigraptus australis* Štorch; en tanto que cerca del techo de la biozona inician su

representación *Euroclimacis jabalonensis* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, *Monoclimacis subgeinitzi* Fu y *Oktavites* sp. (Loydell et al., 2009).

La Biozona de *T. tullbergi* se correlaciona perfectamente con la biozona británica de *Monoclimacis crenulata* (Zalasiewicz et al., 2009; Loydell, 2012). Sin embargo, optamos por la primera denominación, derivada de la sucesión graptolítica de Bohemia (Štorch, 1994a), ya que en la plataforma perigondwánica *T. tullbergi* (Bouček) es la forma dominante y *Mcl. crenulata* (Elles & Wood) es difícil de caracterizar, con presencia para España confirmada únicamente en la Cordillera Ibérica (Gutiérrez-Marco y Štorch, 1998) y en la presente tesis. En ausencia de *T. tullbergi* (Bouček) y *Mcl. crenulata* (Elles & Wood), la aparición de *Mcl. vomerina* (Nicholson) indicaría la base de esta biozona (Zalasiewicz, 1994).

En la región surcentroibérica la Biozona de *T. tullbergi* se ha caracterizado en los sinclinales de Herrera del Duque (localidad Valdecaballeros), Corral de Calatrava (niveles CO-11, CO-11 (+0,6), CO-11 (+0,8), CO-11 (+1), CO-11 (+1,3)), Almadén (mina) y Guadalmez (niveles EB-1T, ¿EB-2?, ¿EB-2A?, ¿EB-3? de la Estación de Belalcázar); en Sierra Morena oriental en la muestra 9805 de la hoja 862 y en la muestra ¿EC SE-6G? de El Centenillo.

#### 7.1.3.6 Biozona de *Oktavites spiralis*

La base de esta biozona se halla marcada por la aparición de la especie nominal *Oktavites spiralis* (Geinitz) y de *O. falx* (Suess), que continúan representadas en la Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*. El resto de la asociación se compone de *Oktavites excentricus* (Bjerreskov), *Monograptus praecedens* Bouček, *M. parapriodon* Bouček, *M. juancarlosi* Štorch, *M. curvus* Manck, *M. priodon* (Bronn), *M.*? cf. *grobsdorfiensis* (Hemmann), *Stimulograptus splendens* Štorch, *Sti. pradoi* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, *Sti. vesiculosus* (Perner), *Pristiograptus praedubius* (Bouček), *P. largus* (Perner), *Monoclimacis geinitzi* (Bouček), *Mcl. subgeinitzi* Fu, *Mcl. vomerina* (Nicholson), *Mcl. woodae* Zalasiewicz, Loydell & Štorch, *Mcl. flexa* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, *Mcl.* cf. *crenulata* (Elles & Wood), *Euroclimacis ibérica* Štorch, *E. hamata* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, *E. jabalonensis* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, *Streptograptus anguinus* (Příbyl), *Strep. speciosus* (Tullberg), *Strep.* cf. *nodifer* (Törnquist), *Torquigraptus flagellaris* (Törnquist), *T. tullbergi* (Bouček), *T.* cf. *arcuatus* (Bouček), *Diversograptus ramosus* Manck, *Diversograptus?* *pergracilis* (Bouček), *Barrandeograptus bornholmensis* (Laursen, 1940), *Retiolites angustidens* Elles and Wood y *R. geinitzianus* (Barrande). En la parte más alta de la Biozona destaca la aparición del primer *Cyrtograptus* (*C. lapworthi* Tullberg).

La Biozona de *O. spiralis*, junto con la de *T. tullbergi*, alcanzan una amplia distribución en la región surcentroibérica. La hemos documentado en los sinclinales de Guadarranque (muestras PS-4 y ¿81 Ci-13?), Corral de Calatrava (niveles CO-11 (+2,4), CO-12, CO-13, CO-14, CO-15), Valdeazogues-Puertollano (nivel ¿PT RE-11/W? de Retamar) y Guadalmez (niveles GM EB-3 a EB-8 de la Estación de Belalcázar; niveles GM GN-5 GM GN-6 y ¿GM GN-7? de la sección de Guadalmez Norte y localidades ¿GM-H? y ¿GM-D (= D3)?), así como en el flanco septentrional del sinclinorio de Los Pedroches (niveles ¿SB PQ-18 a SB PQ-22? y SB PQ-23 de San Benito).

### 7.1.3.7 Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*

La mayoría de los graptolitos de esta biozona se encuentran representados en la biozona precedente de *O. spiralis*, siendo por tanto muy difícil de delimitar. En la región surcentroibérica se la distingue únicamente por la presencia de *C. lapworthi* Tullberg, *Streptograptus wimani* (Bouček) y una nueva especie (*Cyrtograptus?* sp. nov. de Loydell *et al.*, 2009) afín en cierto modo a *C. insectus* Bouček, con la que fue confundida en trabajos previos (ver Biozona de *C. insectus?* en Štorch *et al.*, 1998). Además de estos graptolitos, la asociación la integran *Monograptus priodon* (Bronn), *M. aff. probosciformis* Bouček, *Monoclimacis vomerina* (Nicholson), *Mcl. geinitzi* (Bouček), *Euroclimacis ibérica* Štorch, *E. hamata* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, *Pristiograptus praedubius* (Bouček), *P. largus* (Perner), *Diversograptus ramosus* Manck, *Retiolites angustidens* Elles and Wood, *R. geinitzianus* (Barrande), *Pseudoretiolites* sp. y los últimos representantes de *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Oktavites spiralis* (Geinitz), *O. falx* (Suess), *Monograptus?* cf. *grobendorfiensis* (Hemmann), *M. parapriodon* Bouček, *Stimulograptus splendens* Štorch y *Diversograptus?* *pergracilis* (Bouček).

La Biozona de *C. lapworthi* está representada con seguridad únicamente en el sinclinal de Corral de Calatrava (niveles CO-16 y CO-17; Loydell *et al.*, 2009), aunque podría eventualmente extenderse a una sección del sinclinal de Valdeazogues-Puertollano (nivel PT RE-11 de Retamar).

### 7.1.3.8 Biozonas de *Cyrtograptus insectus* y de *Cyrtograptus centrifugus*

Las biozonas terminales del Telychiense no han podido identificarse en ninguna de las localidades estudiadas. Loydell *et al.* (2009, Fig. 9) señalan la existencia de una laguna estratigráfica entre la parte media de la Biozona de *C. lapworthi* y la base de la Biozona de *C. munchisoni* en la sección de Corral de Calatrava, que se correspondería con un brusco descenso eustático previo al límite Llandovery - Wenlock. Dicha laguna estaría generalizada en toda la región, ya que el primer registro de *C. munchisoni* Carruthers se sitúa siempre muy cerca (0-50 cm) de los últimos representantes de *O. spiralis* (Geinitz).

## 7.2 WENLOCK

### 7.2.1 Sheinwoodiense

#### 7.2.1.1 Biozona de *Cyrtograptus munchisoni*

Se caracteriza principalmente por la aparición de *Cyrtograptus* cf. *munchisoni* Carruthers y *Euroclimacis adunca* (Bouček), además de otros elementos propios de la biozona como *Monoclimacis basilica* (Lapworth), *Mcl. vikensis?* Bassett & Rickards, *Mediograptus cautleyensis* (Rickards) y *Med. inconspicuus* (Bouček). En casi toda la biozona, a excepción de su techo, son frecuentes y abundantes *Monograptus priodon* (Bronn), *Monoclimacis vomerina* (Nicholson), *Mcl. geinitzi* (Bouček), *Euroclimacis*

*hamata* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, *Pristiograptus praedubius* (Bouček), *Retiolites geinitzianus* (Barrande) y *R. angustidens* Elles and Wood, parte de los cuales se continúan desde el Telychiense, así como *Barrandeograptus* cf. *pulchellus* (Tullberg), *Monograptus firmus*? Bouček, *M. flemingii* (Salter) y *Monoclimacis flumendosae* (Gortani). En el techo de la biozona se constata el primer registro de *Pristiograptus latus* (Bouček), pero no una biozona diferenciada de *M. firmus*, como existe en el Silúrico británico (Zalasiewicz *et al.*, 2009; Loydell, 2012).

Las escasas localidades donde identificamos la Biozona de *C. murchisoni* se localizan en los sinclinales de Corral de Calatrava (niveles CO-18, ¿CO-19?, CO-20) y Almadén (muestras AL AM-3 y ¿AL AM?, de la zona de Almadenejos)

#### **7.2.1.2 Biozona de *Monograptus riccartonensis* (¿y de *Pristiograptus dubius*?)**

Esta biozona no ha logrado definirse claramente en el conjunto del área estudiada, salvo en el sinclinal de Corral de Calatrava (niveles CO-21 y CO-22), donde Loydell *et al.* (2009) fijan su base en la primera aparición conjunta de *Monograptus riccartonensis* Lapworth y *Pristiograptus dubius* (Suess). Ambas formas se detectan ocasionalmente, junto a *P. latus* (Bouček), *P. meneghini* (Gortani) y *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), en alguna localidad aislada del sinclinal de Valdeazogues-Puertollano (como el nivel PT RE-12 de Retamar). Štorch *et al.* (1998) habían diagnosticado previamente la presencia de la Biozona de *P. dubius* en Corral de Calatrava, definiéndola como una biozona de intervalo sin *M. riccartonensis*, con una asociación monótona de *P. dubius* (Suess) y *P. latus* (Bouček), previa a la aparición de *M. belophorus* (Meneghini).

#### **7.2.1.3 Biozona de *Monograptus belophorus*-*Cyrtograptus rigidus***

Se caracteriza por la aparición, conjunta o separada, de *Monograptus belophorus* (Meneghini) y *Cyrtograptus rigidus* Tullberg siendo la primera especie mucho más abundante que la segunda. Adicionalmente se reconocen en la asociación *Monograptus flemingii* (Salter), *M. riccartonensis* Lapworth, *Pristiograptus latus* (Bouček), *P. meneghini* (Gortani), *P. dubius* (Suess), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Mcl. hemipristis* (Meneghini) y “*Streptograptus*” *antennularius* (Meneghini).

Esta biozona está bastante difundida en el área de trabajo, siempre en facies de pizarras negras, dentro de los sinclinales de Herrera del Duque (nivel HD-F), Corral de Calatrava (niveles CO-23, CO-24, ¿CO-25?, ¿CO-26?), Almadén (localidad 4, cerca de Gargantiel) y Guadalmez (niveles ¿CHW-5?, ¿CHW-6?, CHW-7, ¿CHW-8? de la sección occidental de la estación de Chillón).

#### **7.2.1.4 Biozona de *Cyrtograptus perneri*-*Cyrtograptus ramosus***

Se reconoce por la aparición de *Cyrtograptus ramosus* Bouček y *C. perneri* Bouček junto a otras especies de distribución estratigráfica amplia como *Monograptus flemingii* (Salter), *Pristiograptus dubius* (Suess), *P. meneghini* (Gortani), *P. pseudodubius* (Bouček) y *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), además de raros registros de *Cyrtograptus* cf. *ellesae* Gortani y *Sokolovograptus textor* (Bouček & Münch).



*Monoclimacis hemipristis* (Meneghini), “*Streptograptus*” *antennularius* (Meneghini), *Monograptus belophorus* (Meneghini) y *M. riccartonensis* Lapworth podrían proseguir su representación en esta biozona en algunas localidades. La aparición de *Cyrtograptus rigidus* y *C. cf. hamatus* en una misma localidad plantea la posible identificación errónea de una de las dos formas.

La Biozona de *Cyrtograptus perneri*-*Cyrtograptus ramosus* se halla muy difundida en la región estudiada, representada en los sinclinales de Guadarranque (nivel PS-10, de la sección del arroyo Guadarranquejo), Herrera del Duque (nivel HD-H), Corral de Calatrava (nivel CO-27), Almadén (localidad 1), Valdeazogues-Puertollano (niveles PT RE-13, ¿PT RE-14 a PT RE-16? de la sección de Retamar) y Guadalmez (¿CHW-5?, ¿CHW-6?, ¿CHW-8?, CHW-9 de la Estación de Chillón).

### 7.2.2 Homeriense

La identificación de este piso en base a graptolitos se limita, en la zona de trabajo, a la biozona más antigua. El resto de la sucesión Homeriense no contiene graptolitos característicos, y las pizarras negras son reemplazadas paulatinamente por sedimentos más someros, donde los fósiles se hacen cada vez más raros o desaparecen.

#### 7.2.2.1 Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*

Se reconoce únicamente en función del hallazgo de fragmentos de *Cyrtograptus cf. lundgreni* Tullberg o de *C. hamatus* (Baily), en una asociación dominada por formas que inician su registro en el Sheinwoodiense: *C. perneri* Bouček, *Monograptus flemingii* (Salter), *Pristiograptus dubius* (Suess), *P. pseudodubius* (Bouček) y *Monoclimacis flumendosae* (Gortani). Esto implica que, en ausencia de las especies índice de esta biozona y de las dos precedentes, muchas secciones con graptolitos del Wenlock centroibérico no puedan siquiera deslindarse a nivel de piso para el rango Sheinwoodiense medio - Homeriense inferior. La reducida diversidad de graptolitos representada en la Biozona de *C. lundgreni* de la región estudiada, contrasta enormemente con las asociaciones asignadas a la misma en otras áreas mundiales, que propician incluso su división en subzonas (Jaeger, 1991; Štorch, 1994a).

La biozona ha sido reconocida en los sinclinales de Corral de Calatrava (niveles CO-28, CO-29, CO-30, ¿CO-31?, ¿CO-32/34? del río Jabalón y nivel CC JA-8 de Puente Morena), Almadén (localidad AL AV-4 del arroyo Avilero), Valdeazogues-Puertollano (PT RE-17, ¿PT RE-19? a ¿PT RE-24?) y Guadalmez (niveles CHW-14, CHW-19, CHW-20, CHW-21, CHW-25, CHW-30 de la Estación de Chillón).

## 7.3 LUDLOW

Las localidades con graptolitos del Ludlow son bastante excepcionales en el área de trabajo. En los sinclinales de Almadén y Guadalmez, Hernández Sampelayo *et al.* (1926), Henke y Hundt (1926) y Almela *et al.* (1962) citaron especies del Gorstiense (nombres genéricos actualizados) como *Neodiversograptus nilssoni* (Lapworth), *Crinitograptus crinitus?* (Wood) y *Cucullograptus (Lobograptus) scanicus* (Tullberg),

en yacimientos que se revisan aquí como de edad Telychiense. *N. nilssoni* (Lapworth) fue citado además por Mallada (1875a, 1875b), Egozcue y Mallada (1876), Cortázar (1880) y Gómez de Llarena (1916) en yacimientos del sinclinal de Guadarranque, correspondiendo igualmente a horizontes más antiguos del Ludlow. Finalmente, la forma ludfordiense *Bohemograptus bohemicus* (Barrande) fue mencionada por Almela *et al.* (1962) acompañando a dos de las formas antedichas del Gorstienne, en una localidad revisada como Telychiense, por lo que su presencia podemos descartarla también en el área de trabajo.

Los únicos yacimientos con graptolitos del Ludlow encontrados en la zona de trabajo se sitúan en sendas localidades aisladas al norte y sur del eje de Los Pedroches. La primera corresponde al flanco norte del sinclinal del mismo nombre, en la sección de San Benito, y contiene *Saetograptus* cf. *linearis* (Bouček) (nivel SB PQ-52). La segunda está próxima a Alange (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1997a), donde se identifican *Saetograptus leintwardiensis* (Lapworth) [= *Saetograptus* cf. *chimaera* (Barrande)] y *Pristiograptus* sp. La presencia de *Saetograptus* en ambas localidades denota una edad Ludfordiense, de la que no pueden aportarse mayores precisiones bioestratigráficas.

## 7.4 PRIDOLI

Las facies terrígenas de grano grueso, dominadas por areniscas y cuarcitas, coronan la sucesión silúrica en la mayor parte de la región estudiada, por lo que no existen posibilidades de encontrar graptolitos de esta edad. No obstante, en la sucesión del sinclinal de Guadarranque Gil Cid *et al.* (1976) citaron (nombres genéricos actualizados) las formas del Pridoli terminal *Istrograptus transgrediens* “*praecipuus*” (Příbyl) y *Uncinograptus uncinatus* (Tullberg). La localidad corresponde a la “Alternancia rítmica superior” de estos autores, pero los graptolitos encontrados en esta misma posición son claramente del Wenlock, dado que la sucesión silúrica del sinclinal de Guadarranque no llega a alcanzar el Pridoli.

Por otra parte, en el Dominio Obejo-Valsequillo existen materiales del Silúrico superior completamente diferentes a los desarrollados al norte del eje de Los Pedroches, que incluyen calizas pelágicas negras que solo han proporcionado algunos monográptidos indeterminables de tecas ganchudas. Sin embargo, entre los cantos de caliza silúricas redepositados en la sucesión carbonífera del valle Guadalquivir (Córdoba), se mencionan los primeros graptolitos del Pridoli encontrados en la región. Se trata de una asociación de *Neocolonograptus parultimus* (Jaeger) y *N. ultimus* (Perner), característica del Pridoli basal, citada por Gutiérrez-Marco *et al.* (2014) y de la que hemos podido examinar el material original.

## 7.5 BIOESTRATIGRAFÍA DE EVENTOS

La historia evolutiva de los graptolitos silúricos acusa complejas crisis de biodiversidad a escala global, que se traducen en una serie de eventos de extinción relacionados tal vez con cambios climáticos u oceanográficos de alcance mundial (Melchin *et al.*, 1998; Cherns y Wheeley, 2009; ambos con referencias previas). Al menos diez de estos eventos tuvieron lugar en el Silúrico, con un promedio de extinción del 54% para las

cuatro crisis del Llandovery, 66% para las dos crisis del Wenlock, 62% para las tres crisis de finales del Ludlow y 79% para la crisis del Pridoli terminal (ver recopilación en Gutiérrez-Marco, 2009).

Štorch (1995b) describe los eventos de extinción principales registrados en las asociaciones graptolíticas del Silúrico de Bohemia, donde existe una sucesión completa y continua de todas las biozonas de este sistema. El único evento estudiado hasta la fecha en España es el Evento Lundgreni (Homeriense) de la Zona de Ossa Morena (Gutiérrez-Marco *et al.*, 1996).

En la región surcentroibérica, las sucesiones graptolíticas no son lo bastante completas y continuas como para caracterizar, o añadir conocimiento, a las crisis de biodiversidad registradas entre los graptolitos silúricos a nivel mundial. No obstante, cuando se comparan biozonas sucesivas del Llandovery y Wenlock (Fig. 40), lo que sí se aprecia son contrastes notorios entre la diversidad alcanzada en determinadas biozonas, separadas por otras en las que ésta se reduce notablemente.

La asociación graptolítica más antigua de la sucesión local surcentroibérica se inscribe en la Biozona de *Lituigraptus convolutus*, que termina con el Evento Convolutus de extinción (Aeroniense medio) a nivel mundial. El mismo no se reconoce en nuestras secciones por la falta de representación de la biozona siguiente (Biozona de *Stimulograptus sedgwickii*) y también porque la Biozona de *L. convolutus* está representada por una asociación de muy baja diversidad (incluso monoespecífica en casos concretos), que está influida por los ambientes someros, altamente desfavorables para la vida y conservación de la alta diversidad de graptolitos (41 especies) que integran normalmente esta biozona (Štorch, 1998c).

Durante el Telychiense se registran dos eventos de extinción globales entre los graptolitos. El primero es el Evento Utilis, que se da entre las biozonas de *Rastrites linnaei* y *Spirograptus turriculatus*, donde la diversidad decrece de 33 a 12 especies en Bohemia (Štorch, 1995b). En el área de trabajo su impacto es globalmente inferior (de 29 a 15 taxones), sin que pueda estudiarse en detalle el horizonte de extinción. Sin embargo, se aprecia bien la extinción casi total de los graptolitos biserials, con la sola excepción de los retiolítidos y escasos supervivientes entre los petalográptidos, metaclimacograptidos y gliptograptidos. La segunda gran extinción que tiene lugar durante el Telychiense es el Evento Lapworthi (Melchin *et al.*, 1998), antes conocido como Evento Spiralis (Štorch, 1995b). En el mismo desaparecen géneros muy abundantes como *Oktavites* y *Torquigraptus*, y llegan a extinguirse prácticamente *Streptograptus*, *Diversograptus* y *Cyrtograptus*. A nivel de especie, hacia la parte media de la Biozona de *C. lapworthi* desaparece el 38% de todo el registro mundial. Dentro de la región surcentroibérica, el Evento Lapworthi tan sólo se marca por la extinción brusca de *Oktavites* y *Torquigraptus*, dado que el registro de los otros géneros es muy exiguo y existe una laguna estratigráfica generalizada que afecta a las dos biozonas terminales del Telychiense.

De los dos eventos de extinción reconocidos en el Wenlock, únicamente el Evento Murchisoni (Sheinwoodiense) coincide en la región surcentroibérica con la extinción de *Barrandeograptus*, *Mediograptus* y el grupo de *Cyrtograptus murchisoni*, registrada en el límite entre las biozonas de *C. murchisoni* y *M. riccartonensis*. Por lo que respecta al Evento Lundgreni, las asociaciones centroibéricas de graptolitos homerienses son tan

pobres en diversidad, que apenas dan para reconocer la biozona previa a la extinción. En este sentido, la de *C. lundgreni* es la última biozona caracterizable en el Silúrico centroibérico, donde el resto de niveles homerienses y la sucesión completa del Ludlow carecen casi completamente de formas características.

## 8 BIOESTRATIGRAFÍA (OTROS GRUPOS FÓSILES)

El registro paleontológico del Silúrico centroibérico aparece constituido mayoritariamente por graptolitos, distribuidos en unidades de pizarras negras donde la presencia de otros grupos fósiles es minoritaria y aporta pocas precisiones bioestratigráficas. Únicamente al sur del eje de Los Pedroches es donde las asociaciones de invertebrados bentónicos alcanzan una cierta relevancia para el Ludlow-Pridoli, si bien involucran localidades dispersas de limitada significación bioestratigráfica.

A escala internacional, los grupos fósiles más utilizados en bioestratigrafía del Silúrico son los graptolitos y los conodontos. El registro de conodontos en la región estudiada ha sido citado por Sarmiento y Rodríguez Núñez (1991), Sarmiento y García Palacios (1996) y Loydell *et al.* (2009), dentro de los sinclinales de Guadarranque y Corral de Calatrava. Las asociaciones involucran a las biozonas de *Pterospathodus celloni* y *P. amorphognathoides*, cuyo rango Telychiense-Sheinwoodiense excede al de varias biozonas de graptolitos que las superan, por tanto, en precisión bioestratigráfica. Lo mismo sucede con los escasos conodontos descubiertos por nosotros en el Telychiense del sinclinal de Guadalmez.

Las pizarras negras graptolíticas contienen pocos fósiles bentónicos, debido al carácter predominantemente anóxico del ambiente de sedimentación, donde los episodios puntuales con cierta ventilación se ven aprovechados por comunidades oportunistas de braquiópodos, bivalvos y escasos ostrácodos, con formas de conchas muy finas adaptadas a condiciones disaeróbicas. Algo más frecuentes son ciertas formas nectobentónicas, como los euriptéridos de caparazón débilmente mineralizado, o las formas pelágicas de cefalópodos y filocáridos, que llegan a abundar en muchos niveles del Llandovery y Wenlock.

Desde el punto de vista bioestratigráfico, ninguno de los elementos que integran las concentraciones de nautiloideos ortocónicos y braquiópodos rinconélidos puede ser identificado taxonómicamente con cierta precisión, por lo cual no puede establecerse el rango de las especies presentes ni correlacionarse con áreas próximas de la plataforma perigondwánica. La excepción la constituye el braquiópodo *Valdaria budili* Havlíček y Štorch, descubierto por vez primera en España en las biozonas de *O. spiralis* a *C. perneri*-*C. ramosus*, y que en Bohemia es una especie exclusivamente del Wenlock (biozonas de *C. purchisoni* a *C. lundgreni*).

Entre las exiguas asociaciones de bivalvos representadas en las pizarras del intervalo Llandovery a Ludlow centroibérico, se reconocen también formas comunes con Bohemia y Alpes Cárnicos, pertenecientes a los géneros *Copenychia*, *Slava*, *Slavinka*, *Cardiola*, *Cardavia*?, *Telycardia*, *Silurinka*, *Dceruska*, *Butovicella*, *Cheiopteria*, *Actinopteria*, *Grammysia*, *Dualina* y *Algerina*?. La distribución bioestratigráfica de sus especies es comparable a nivel de serie o piso, excepto la aparición del género *Butovicella*, que en España ocurre durante el Telychiense superior y en Bohemia se retrasa al Sheinwoodiense superior.

Los restos de artrópodos son elementos minoritarios, pero persistentes, en las pizarras negras graptolíticas. Los más frecuentes son las mandíbulas de filocáridos de tipo *Ceratiocaris*, los fragmentos cuticulares de euriptéridos y algunas formas nuevas de

ostrácodos (*Entomozoe?* y otros), que de momento carecen de interés bioestratigráfico. El único trilobites identificable, *Preodontochile batalleri* (Hernández Sampelayo), ha sido encontrado en niveles comparables del Telychiense en el Pirineo leridano (García Palacios y Rábano, 1996).

Los materiales carbonatados del Silúrico superior procedentes de varias localidades al sur del eje de Los Pedroches, contienen asociaciones de bivalvos, cefalópodos, ostrácodos y filocáridos, que resultan perfectamente correlacionables con sus coetáneas de los carbonatos pelágicos del Ludfordiense y Pridoli de Bohemia y la Europa mediterránea. En particular, destacan las calizas con escifocrinoideos del Puerto de Calatraveño (en concreto, *Scyphocrinites elegans* Zenker, forma cosmopolita del Pridoli al Lochkoviense), donde se hallan representados el cefalópodo *Orthocycloceras fluminese* (Meneghini), el ostrácodo *Bolbozoe* cf. *anomala* Barrande y la asociación de bivalvos formada por las especies *Panenka* aff. *obsequens* Barrande, *Praecardium* aff. *bohemicum* Barrande, *Mytilarca* sp., *Cheiopteria bridgei* Pojeta & Kříž, *Leptodesma* aff. *carens* (Barrande) y *Pterinopecten* (*Pterinopecten*) *cybele* aff. *cybele* (Barrande). Este conjunto es muy característico del Pridoli terminal de Bohemia, Cerdeña, Francia, Alpes Cárnicos y Marruecos (Serpagli y Gnoli, 1977; Kříž y Paris, 1982; Kříž y Serpagli, 1993; Kříž, 1996, 1999b, 2000, 2007).

Por último, en nuestro trabajo hemos identificado otros grupos fósiles presentes en el Silúrico de la región surcentroibérica, que hasta el momento carecen de valor bioestratigráfico. Entre ellos incluimos a los gasterópodos, “peltocáridos”, cnidarios, cornulítidos, macaeridios y poríferos, además de las escasas citas de microfósiles de pared orgánica recogidas en la bibliografía. Los equinodermos se hallan representados por escasas placas columnares dispersas en pizarras negras, si exceptuamos los cálices articulados y pedúnculos de escifocrinoideos de las facies calcáreas citadas en el párrafo anterior. Ninguno de ellos ha podido ser identificada a nivel taxonómico, y por ello se excluyen del análisis bioestratigráfico, lo mismo que los icnofósiles.

## 9 PALEOECOLOGÍA

La gran mayoría de los fósiles estudiados corresponden a graptolitos holoplanctónicos, cuyos parámetros de distribución han propiciado diversos modelos en función de la temperatura, profundidad de vida y dinámica oceánica (Cooper *et al.*, 2012, con referencias previas). La organización colonial y hábitos de vida de los graptolitos fueron compilados previamente por Gutiérrez-Marco (2009). Durante mucho tiempo, las vistosas facies de pizarras negras graptolíticas de la región estudiada se interpretaron como depositadas en cuencas anóxicas cerradas e incluso profundas. Sin embargo, las condiciones anóxicas del fondo pueden darse en contextos mucho más someros, cuando hay estratificación de masas de agua por temperatura y densidad, o bien por su proximidad a áreas de afloramiento (*upwelling*) con gran productividad orgánica. En estas condiciones la materia orgánica, acumulada en exceso en el fondo marino, consume todo el oxígeno en su degradación, generando ambientes anóxicos a disaeróbicos, sin condiciones de vida para la fauna bentónica o endobentónica habitual.

Štorch (1998a) establece para las facies de pizarras negras del Silúrico de la plataforma perigondwánica tres paleoecosistemas graptolíticos en función de la profundidad y la cantidad de nutrientes. El primero de ellos corresponde a las asociaciones acumuladas en las facies de plataforma profunda y talud superior, donde la biodiversidad es moderada a alta y está dominada por formas cosmopolitas, que permiten correlaciones muy precisas a larga distancia. El segundo paleoambiente se sitúa en la plataforma, donde las condiciones anóxicas se generan prácticamente en la interfase sedimento-agua, lo que permite la proliferación de graptolitos pelágicos de diversidad moderada, así como macrofósiles nectónicos, nectobentónicos y epibentónicos (euriptéridos, filocáridos, nautiloideos, bivalvos, braquiópodos, crinoideos). El tercer escenario reúne una asociación de graptolitos epipelágicos de baja biodiversidad, capaces de alcanzar los ambientes bien oxigenados y energéticos de la plataforma somera.

Las dos últimas asociaciones descritas por Štorch (1998a) aparecen representadas en el área de trabajo. Los graptolitos del Aeroniense, derivados de los niveles superiores de la Fm. Cuarcita del Criadero y unidades equivalentes, corresponden claramente a formas de aguas superficiales que ingresan en la plataforma somera y se hallan dominadas por formas biseriales de *Normalograptus* y *Rhaphidograptus*, con escasa a nula representación de colonias unisERIALES. La rápida transgresión marina que sigue a la Fm. Cuarcita del Criadero favorece la llegada de asociaciones más variadas vinculadas con corrientes de *upwelling* que incrementan mucho la productividad en el área, con máximos de biodiversidad para las biozonas de *Rastrites linnaei* y *Oktavites spiralis* del Telychiense. Aún con todo, las asociaciones de graptolitos son las típicas de plataforma, con rastrítidos, parapetalolítidos, torquigrátidos y *Oktavites* en el Telychiense, y algunos cirtográtidos en el Wenlock. Las fluctuaciones de los niveles de oxígeno cerca del fondo permiten, episódicamente, la instalación de comunidades bentónicas adaptadas a condiciones disaeróbicas (braquiópodos “de papel”, bivalvos de concha fina, ostrácodos y raros trilobites), en tanto que los abundantes restos de cefalópodos y filocáridos nectónicos evidencian ambientes bien oxigenados a cierta distancia del fondo.

Las asociaciones graptolíticas de diversidad moderada predominan en la región durante buena parte del Telychiense y Sheinwoodiense, sin que se reconozcan formas propias de

ambientes mesopelágicos. Sin embargo, a partir del Sheinwoodiense y, sobre todo en el Homeriense, se produce un retorno a las asociaciones monótonas de aguas superficiales, dominadas por grandes *Pristiograptus*, monograptidos de tecas ganchudas y algunos *Monoclimacis*, que dan paso a una fauna todavía más empobrecida y restringida virtualmente a *Pristiograptus* del grupo *dubius*. En estas condiciones, las únicas referencias bioestratigráficas provienen del registro esporádico de *Cyrtoagraptus* (en el Wenlock) y de *Saetograptus* (en el Ludlow). El carácter progresivamente más somero de la sedimentación se evidencia por la sustitución de las pizarras negras por otras de tonalidades grisáceas, con abundantes micas detríticas, que hacia techo van intercalando laminaciones arenosas y horizontes cada vez más gruesos de areniscas.

Los horizontes más modernos con graptolitos (Ludlow-Pridoli) se restringen a las localidades situadas en torno al Puerto Calatraveño (Córdoba) y al oeste de Adamuz (Córdoba). En el primer caso se trata de pizarras margosas con intercalaciones calcáreas, muy ricas en cefalópodos, escifocrinoideos y bivalvos, entre los que hay algunos monograptidos de tecas ganchudas propios de aguas superficiales. Las concentraciones de nautiloideos y escifocrinoideos las aproximan a las calizas pelágicas de altos fondos, comunes por todo el área mediterránea (“caliza de *Scyphocrinites*” u “Ockerkalk” de Sevilla, Turingia y Cerdeña). Por lo que se refiere a la localidad de Adamuz, el registro se limita a fragmentos de calizas negras derivados de un área fuente desconocida, y heredados en la sucesión carbonífera. Los escasos graptolitos del Pridoli se presentan asociados a bivalvos y nautiloideos, muy parecidos a los de las restantes calizas de tipo mediterráneo que acabamos de citar.



## 10 PALEOBIOGEOGRAFÍA

Desde el punto de vista paleogeográfico, resulta indudable la adscripción del Silúrico centroibérico a la plataforma perigondwánica prevarisca, si bien la posición concreta del territorio suscita controversia entre quienes proponen su continuidad física con África, su pertenencia a un “Armorican Terrane Assemblage” de posición discutida (separado o no de África y variablemente rotado), o a un “superterreno Hun”, diferenciado por un “PaleoTethys” incipiente (ver, entre otros, von Raumer *et al.*, 2002; Robardet, 2003; Cocks y Torsvik, 2006; Torsvik y Cocks, 2011, 2013; todos con referencias previas).

De acuerdo con Gutiérrez-Marco *et al.* (2002), las evidencias paleobiogeográficas sitúan la plataforma centroibérica frente a la Libia actual durante el Ordovícico, lo cual fue prácticamente refrendado con criterios independientes por Díez Fernández *et al.* (2010) y Bea *et al.* (2010). Robardet y Gutiérrez-Marco (2002) proponen una situación similar para el Silúrico, basándose en formas de graptolitos comunes entre Iberia y África para el Llandovery: *Metaclimacograptus asejradi* Legrand, *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand) y *Parapetalolithus meridionalis* Štorch, muy bien representadas en Argelia y Libia, pero desconocidas en Bohemia u otras áreas externas de la plataforma perigondwánica. Štorch y Massa (2003, 2006, 2007) añadieron posteriormente otras especies del Rhuddaniense y Aeroniense, así como *Torquigraptus australis* Štorch (del Telychiense) a este conjunto de especies endémicas del borde perigondwánico europeo y norteafricano, que revelarían un control efectivo, paleoclimático y paleolatitudinal, en la distribución de los graptolitos.

La ausencia de un destacado provincialismo faunístico entre los graptolitos silúricos era una creencia bastante generalizada, que aún sigue siendo discutida por muchos autores. Rickards *et al.* (1990) propusieron la existencia de una Provincia Pacífica (tropical), con dos subprovincias: la Rheica, de ambientes neríticos, y la Mediterránea, desarrollada en aguas relativamente más frías de latitudes altas. Esta última abarcaría el norte de África, la Península Ibérica, el sur de Francia y Cerdeña, donde la subprovincia se vería dominada en el Wenlock por monograptidos gigantes (“fauna Sárdica” de Gortani, 1923a, 1923b). Posteriormente, Štorch (1998a) definió una provincia alternativa para la Europa Perigondwánica (PGE), contrapuesta a la Provincia Circum-ecuatorial de Melchin (1989).

La provincia graptolítica de la Europa Perigondwánica, en la que se inserta la región estudiada, se caracteriza según Štorch (1998a) por:

- Una diversidad moderada de las asociaciones de graptolitos, particularmente en el Llandovery.
- La aparición y radiación tardía de los primeros monograptidos (*Atavograptus ceryx* y formas relacionadas), en ausencia de algunos monograptidos típicos de la Biozona de *Cystograptus vesiculosus* de Bornholm y los Urales (Bjerreskov & Koren', 1997).
- La abundancia de *R. toernquisti*, acompañado por raros normalograptidos en el intervalo entre las biozonas de *Coronograptus cyphus* y *Demirastrites*

*pectinatus*; ello contrasta con la abundancia de normalograptidos en las áreas templadas, donde *R. toernquisti* es raro o desconocido.

- La diversidad máxima de especies no se alcanza hasta el Aeroniense medio (biozonas de *Pribylograptus leptotheca* y *Lituigraptus convolutus*).
- Una fauna muy empobrecida después del Evento Murchisoni de extinción.
- La ausencia de muchos taxones (entre otros, *M. argenteus*, *Agetograptus*, *Paramonoclimacis*, *Hirsutograptus* y los cyrtograptidos del grupo *sakmaricus*).
- La presencia frecuente de una variada representación de rastrítidos hasta el Telychiense inferior.

Este provincialismo va atenuándose gradualmente a partir de la Biozona de *Monograptus belophorus*, hasta desaparecer totalmente en las asociaciones de las Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* y posteriores, que son casi uniformes a escala mundial.

Dentro de la Provincia de la Europa Perigondwánica se diferencian, a su vez, las tres “subfaunas”, ya mencionadas en el apartado de Paleoeología: la de baja diversidad y aguas superficiales; la de diversidad moderada y fondo disaeróbico; y la de diversidad relativamente alta, propia de fondos anóxicos, ya mencionadas en el apartado de Paleoeología.

Los resultados obtenidos a partir de las asociaciones de graptolitos presentes en el área centroibérica, confirman plenamente su pertenencia a la Provincia de la Europa Perigondwánica, que continúa desde el norte de África durante el Telychiense. El registro de *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand) en el área apalachiense de Canadá (Melchin y MacRae, 2005) fue utilizado por Melchin (2007) para cuestionar la existencia de dicha provincia durante el Aeroniense y Telychiense, pero también podría reflejar la llegada de una corriente de agua fría con graptolitos de la PGE a este sector tan puntual de Avalonia.

El calificativo de la PGE de graptolitos como una provincia faunística es consecuente con las observaciones paleogeográficas y paleotectónicas planteadas por Servais y Sintubin (2009).

La contribución paleobiogeográfica de los restantes grupos taxonómicos identificados en el Silúrico surcentroibérico es bastante desigual, aunque entre las faunas bentónicas y pelágicas se reconocen muchas especies descritas por vez primera en sucesiones de Europa central y meridional, y reencontradas en el norte de África. El caso paradigmático lo representan las asociaciones de bivalvos cardiólidos, dualínidos y pterineidos caracterizadas en las facies de pizarras negras del Telychiense-Ludfordiense de todo el área de trabajo, así como en los niveles calcáreos del Ludlow y Pridoli del Dominio Obejo-Valsequillo. En el primer caso se registran abundantes pterineidos (*Cheiopteria*, *Actinopteria*), antipleuroideos (*Dualina*, *Stolidotus*), cardiólidos (*Copenychia*, *Cardavia*?, *Cardiobebeba*?), slávidos (*Slava*, *Slavinka*), praecardioides (*Telycardia*), mialínidos (*Silurinka*), modiomorfoideos (*Dceruska*, *Butovicella*) y foladomíidos (*Grammysia*). Muchos de estos géneros son raros en el Llandovery pero abundan en el Wenlock y Ludlow de Bohemia, Alpes Cárnicos, Cerdeña, Guinea,

Montagne Noire-Mouthoumet, Inglaterra y Ártico Canadiense (Kříž, 1985, 1996, 1999a, 1999b, 2007; Kříž y Serpagli, 1993; Pojeta y Norford, 1987). La posible presencia de *Cardiobeleba* Kříž en la Biozona de *Cyrtograptus lapworthi* de Corral de Calatrava precisa aún más esta área de distribución, dado que el género se distribuye esencialmente en el Wenlock de Bohemia, Alpes Cárnicos (Italia, Austria), Pirineos y Gran Bretaña (Kříž, 1979, 1996, 1999a, 1999b). Una especie importante es *Butovicella migrans* (Barrande), que se distribuye en el Sheinwoodiense superior-Ludfordiense inferior de Bohemia, Alpes Cárnicos, Cerdeña, Francia, Portugal, Polonia, Suecia, Alemania, Gran Bretaña, Florida (U.S.A.) y el norte de Siberia (Kříž, 1969, 1996, 1999a, 1999b, 2008; Pojeta *et al.*, 1976; Kříž y Serpagli, 1993; Kříž y Bogolepova, 1995, entre otros), y que en la zona de estudio aparece por vez primera en el Telychiense.

En las pizarras del Ludfordiense inferior de Alange (Badajoz) identificamos el bivalvo *Algerina?* sp., la primera cita posible en España de un género que se distribuye en el Homeriense de Francia y en el Gorstienense a Ludfordiense inferior de Bohemia, Alpes Cárnicos, Argelia y el norte de Siberia (Kříž, 2008). Junto a éste aparece asociada *Cardiola* aff. *agna* Kříž, cuya forma nominal se conoce en el Homeriense-Gorstienense basal de Bohemia, Rumanía, Marruecos, Suecia y Alaska? (Kříž, 1979), y tal vez también en el Macizo armoricano francés (Kříž y Paris, 1982).

En las facies de calizas negras del Dominio Obejo-Valsequillo identificamos cardiólidos típicamente bohémicos como *Cardiola docens* Barrande y *Cardiola* aff. *agna* Kříž (Ludlow), unas afinidades que se incrementan notablemente en el Pridoli inferior (géneros *Cardiolinka* y *Dualina*) y, sobre todo, en el Pridoli terminal, donde se asocian los géneros *Panenka*, *Praecardium*, *Patrocardia*, *Mytilarca*, *Cheiopteria*, *Leptodesma*, y *Pterinopecten*. Desde el punto de vista biogeográfico, el conjunto resulta muy similar a las asociaciones que integran el Grupo de Comunidades de *Cheiopteria* en Bohemia y la Europa mediterránea (Kříž, 1999b; Cope y Kříž, 2013). A modo de ejemplo, otras formas como *Cheiopteria bridgei* Pojeta & Kříž, alcanzan una amplia distribución en el Pridoli superior de Florida, Bohemia, Francia, Cerdeña, Polonia y Turquía, pudiendo extenderse al Lochkoviense basal en Ucrania (Pojeta *et al.*, 1976; Kříž y Paris, 1982; Kříž y Serpagli, 1993; Kříž, 1996, entre otros). *Leptodesma carens* (Barrande) ha sido mencionada en el Pridoli y Lochkoviense inferior de Bohemia, Francia y Florida, aunque podría encontrarse representada en el Pridoli del Macizo de Mouthoumet y el Lochkoviense de Marruecos (Kříž y Paris, 1982; Kříž, 1996, 2000).

Los nautiloideos silúricos que acompañan a los bivalvos mencionados en las facies calcáreas del Dominio Obejo-Valsequillo, evidencian también las mismas afinidades paleobiogeográficas. Es el caso de la especie *Orthocycloceras fluminese* (Meneghini) [= "*Cycloceras*" *bohemicum* (Barrande)], que caracteriza el Ludlow terminal y el Pridoli en área muy amplia que incluye Bohemia, los Alpes Cárnicos, el Macizo Armoricano francés, Montagne Noire, Serbia oriental, Ossa-Morena, Pirineos, y tal vez el norte de África (Gnoli, 2003). Lo mismo sucede con los abundantes restos de escifocrinoideos planctónicos, que acompañan normalmente al nautiloideo y los bivalvos del Pridoli ya citados en las áreas mencionadas. En este sentido, la especie *Scyphocrinites elegans* Zenker (Pridoli-Lochkoviense), pese a ser una forma cosmopolita, abunda extraordinariamente en el ámbito perigondwánico y el norte de África, donde la característica "caliza de *Scyphocrinites*" es muy típica de la sucesión silúrico-devónica

de facies “mediterránea” descrita en Turingia, suroeste de Cerdeña y Zona de Ossa Morena (Jaeger, 1976; Jaeger y Robardet, 1979).

Los restantes grupos de invertebrados resultan poco interesantes desde el punto de vista paleobiogeográfico, salvo raras excepciones. La primera de ellas la constituye el braquiópodo *Valdaria* cf. *budili* Havlíček y Štorch, una especie originalmente descrita en las pizarras graptolíticas del Wenlock de Bohemia (Havlíček y Štorch, 1990), cuyo hallazgo centroibérico (Telychiense-Sheinwoodiense) precede ligeramente a su registro centroeuropeo. Entre los fósiles tubulares de afinidades inciertas, en el Sheinwoodiense de Corral de Calatrava encontramos restos que recuerdan considerablemente al género *Kolihaia*, conocido en Bohemia y Cerdeña (Kříž *et al.*, 2001; Gnoli *et al.*, 2009).

Entre los fósiles de artrópodos caracterizados en nuestro estudio, los trilobites son extremadamente raros y su registro se limita al dalmanítido *Preodontochile batalleri* (Hernández Sampelayo). Esta especie fue definida en el Telychiense del Pirineo leridano (Hernández Sampelayo, 1944; Degardin y Pillet, 1983) y se conoce en niveles de la misma edad de la Cordillera Ibérica (García Palacios y Rábano, 1996), tratándose del único taxón en común con el Pirineo entre las faunas bentónicas.

Del exiguu registro centroibérico de filocáridos silúricos, la única forma reseñable desde el punto de vista paleobiogeográfico es *Bohemicaris* cf. *bohémica* (Barrande), ampliamente distribuida en el Ludlow-Pridoli de Europa central y occidental, así como en el norte de África (Chlupáč, 1994; Racheboeuf, 1994; Gnoli *et al.*, 2009).

Por su parte, los restos de euriptéridos del Telyhiense-Sheinwoodiense recuerdan mucho a ciertas formas sin afiliación taxonómica, pero de afinidades megalograptidas, conocidas en Argelia y el Macizo Armoricano. Se trataría de formas de ambientes marinos someros, cuyos exuvios sufrieron una notable disgregación y transporte por corrientes.

Finalmente, entre los ostrácodos miodocopas se detecta la fauna de baja diversidad que caracteriza a la llamada Provincia Europea del Silúrico medio y superior, donde destaca la forma pelágica *Bolbozoe* cf. *anomala* Barrande, representada en Bohemia, Cerdeña, Francia y, posiblemente, también en Gran Bretaña (Perrier *et al.*, 2011; Perrier y Siveter, 2013).

## 11 CONCLUSIONES

El área de estudio se reparte por seis provincias pertenecientes a tres comunidades autónomas: Extremadura (Cáceres, Badajoz), Castilla-La Mancha (Ciudad Real, Toledo) y Andalucía (Córdoba, Jaén), ubicadas en la parte centro-meridional de la Meseta Ibérica. Los afloramientos investigados se distribuyen en 53 hojas del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000 (Fig. 1).

Se ha abordado el análisis exhaustivo de cerca de un cuarto de millar de trabajos con alguna referencia al Silúrico de la región estudiada. De ellos 120 son artículos científicos, desglosables en 89 trabajos geológicos, 19 estudios paleontológicos y 12 trabajos geológico-paleontológicos. A ellos hay que sumar 12 tesis doctorales alemanas, 9 francesas y 8 españolas; 13 informes inéditos y 22 trabajos de síntesis geológicas o estratigráficas con menciones al Silúrico centroibérico. El resto de los trabajos corresponden a 8 cartografías de síntesis geológica a escala 1:200.000 y a 50 hojas de la segunda serie MAGNA a escala 1:50.000, con sus correspondientes memorias.

El análisis de los antecedentes ha permitido fijar hasta ocho etapas en el conocimiento de los materiales silúricos de la región estudiada. La primera etapa (1834-1855) viene dada por los trabajos pioneros realizados en la región de Almadén y el norte de Córdoba, principalmente a cargo de Casiano de Prado y Édouard de Verneuil. La segunda etapa (1875-1884) corresponde a la realización, por parte de la Comisión del Mapa Geológico de España, de los estudios provinciales de Cáceres (1875-1876), Badajoz (1879), Ciudad Real (1880) y Jaén (1884). La tercera etapa (1897-1956) corresponde a estudios aislados en torno a los afloramientos paleozoicos de Almadén-Guadalmez, las Villuercas y Sierra Morena oriental, tanto por autores extranjeros como nacionales, incluyendo una hoja de la primera serie del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000. Las siguientes fases de conocimiento se desarrollan de forma paralela en el tiempo, llegando a interactuar y a solaparse parcialmente entre sí, si bien podemos diferenciar una cuarta etapa (1954-1968), marcada por la realización de diversas tesis doctorales por parte de los discípulos del Prof. Franz Lotze; una quinta etapa, que supone el inicio de los trabajos modernos de los autores españoles cuyo punto de partida se sitúa en la monografía de la región de Almadén (Almela *et al.*, 1962); una sexta etapa (1966-1980) que supone el retorno de las investigaciones de autores extranjeros, principalmente de las escuelas francesas de Orsay y Nancy (1966-1980); y una séptima etapa, que corresponde a la ejecución de la segunda serie del proyecto MAGNA a escala 1:50.000 (1977-2009), pero aún no publicada en su integridad. Por último, la etapa actual supone el afianzamiento de las tres fases precedentes y la realización de trabajos especializados de toda índole (sedimentológica, geoquímica-metalogenética, paleontológica, etc.), así como la producción de modernas síntesis estratigráficas.

El estudio estratigráfico abarca la sucesión silúrica de un área muy amplia del Macizo Ibérico, incluida en el sector español de la Zona Centroibérica meridional, así como en la banda limítrofe con la Zona de Ossa-Morena (Dominio Obejo-Valsequillo o “Zona Lusitano-Mariánica”). Los afloramientos principales se localizan en los sinclinales variscos de Guadarranque, Cañaveral-Monfragüe, Herrera del Duque, Corral de Calatrava, Cáceres, Almadén, Valdeazogues-Puertollano, Santa Cruz de Mudela, Sierra de San Pedro, Guadalmez y La Codosera, así como a lo largo del flanco norte del

sinclinorio de Los Pedroches. En el Dominio Obejo-Valsequillo los afloramientos silúricos son todos puntuales.

La sucesión silúrica surcentroibérica es exclusivamente detrítica y alcanza un espesor variable en cada estructura, si bien manifiesta una relativa homogeneidad de facies con tres unidades sucesivas que, de más antigua a más moderna, son: a) areniscas y cuarcitas del techo del Ordovícico a base del Silúrico, de espesor métrico a decamétrico (ausentes localmente); b) pizarras negras graptolíticas (10-150 m); c) alternancias de pizarras negras, limolitas, areniscas y cuarcitas, en ocasiones con intercalaciones de rocas ígneas, en las que se situaría el límite Silúrico-Devónico (de 200-400 m, a más de 1000 m). Desde el punto de vista litoestratigráfico, las dos primeras unidades se equiparan, respectivamente, a las formaciones Cuarcita del Criadero y Pizarras del Guadarranquejo, que alcanzan extensión regional y cuya definición y límites se analizan en detalle. La tercera unidad varía sus características para cada estructura o conjunto de estructuras, de modo que no es posible establecer el dominio de aplicabilidad de las numerosas denominaciones locales con la que ha sido designada por los distintos autores. Es por ello que optamos por tratarla informalmente como una “Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas”, cuya edad y adscripción cronoestratigráfica continúa siendo problemática, debido a la casi total ausencia de elementos paleontológicos. La inclusión de materiales volcánicos y subvolcánicos en toda la sucesión silúrica es frecuente en determinadas estructuras (sinclinal de Almadén y Valdeazogues-Puertollano), y está generalizada para las dos unidades superiores en gran parte de la región estudiada.

Se adopta formalmente la escala cronoestratigráfica internacional para el conjunto de la región estudiada, donde hasta hace poco pervivían términos erróneos como “Llandowerynense”, “Llandoveryense”, “Llandóvery”, “Gala-Tarannon”, “Salopiense”, “Valentiense”, “Wenlockense”, “Ludlowense”, o incluso la propia acepción del “Gotlandiense” como sinónimo del sistema Silúrico.

En la figura 4 (epígrafe 2) se aporta un mapa con la situación geográfica de todas las localidades y secciones con yacimientos paleontológicos estudiados o revisados en el presente trabajo. El conjunto abarca más de 380 niveles fosilíferos ubicados en casi 130 sucesiones o localidades aisladas, cuya descripción y contenido paleontológico se detalla en el Anexo 1. La inmensa mayoría corresponde a materiales del Llandovery (209 niveles en 90 secciones y localidades), con una amplia representación de horizontes fosilíferos del Wenlock (167 niveles en 55 secciones y localidades), y una fracción minoritaria de yacimientos del Ludlow (únicamente 2 niveles en 2 yacimientos). Casi todas las localidades del Llandovery y Wenlock se sitúan en las pizarras graptolíticas (Formación Guadarranquejo y equivalentes). Los escasos yacimientos fosilíferos del Pridoli se restringen a 6 puntos o secciones de escaso desarrollo ubicados al sur del eje de Los Pedroches (Dominio Obejo-Valsequillo), vinculados con los únicos materiales calcáreos del Silúrico de la región estudiada. El gran número de localidades estudiadas, y la amplia variedad de los graptolitos silúricos centroibéricos, contradice la afirmación de Strachan *et al.* (en Palmer y Rickards, 1991, p. 110) relativa a los graptolitos de España y Portugal. Según estos autores, con excepción de las Cadenas Costeras Catalanas cerca de Barcelona, el resto de las localidades ibéricas de graptolitos “son muy difíciles de localizar y su visita no es recomendable”.

El grupo fósil de mayor interés bioestratigráfico son los graptolitos, de los que se caracterizaron una biozona del Aeroniense (Biozona de *Lituigraptus convolutus*), siete del Telychiense (Biozonas de *Rastrites linnaei*, *Spirograptus turriculatus*, *Streptograptus crispus*, *Monoclimacis griestoniensis*, *Torquigraptus tullbergi*, *Oktavites spiralis* y *Cyrtograptus lapworthi*), cuatro del Sheinwoodiense (Biozonas de *Cyrtograptus murchisoni*, *Monograptus riccartonensis*, *Monograptus belophorus*-*C. rigidus* y *C. perneri*-*C. ramosus*), una del Homeriense (Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*), 1 del Ludfordiense (Biozona de *Saetograptus linearis* (?)) y una del Pridoli (Biozona de *Neocolonograptus parultimus*-*N. ultimus*). En las facies de pizarras graptolíticas del Telychiense-Sheinwoodiense se reconocen también las biozonas de *Pterospathodus celloni* y *P. amorphognathoides* de conodontos, con un menor grado de resolución bioestratigráfica.

El estudio paleontológico permitió reconocer 126 formas distintas de graptolitos planctónicos, la mayoría de las cuales se ilustran y describen brevemente. También se abordó la revisión de los numerosos taxones nuevos propuestos para el área por Hernández Sampelayo (1960), llegándose a la conclusión de que todos ellos merecen considerarse como *Graptolithina nomina oblita*. El trabajo taxonómico contempló, igualmente, la consulta del material original de graptolitos derivado de otros trabajos precedentes, que sus autores habían depositado en diversas instituciones nacionales.

Además del estudio de los graptolitos, en el presente trabajo hemos investigado la paleodiversidad de los restantes grupos fósiles representados en el Silúrico del ámbito considerado. Entre ellos destacan los artrópodos (euriptéridos, trilobites, filocáridos y ostrácodos), moluscos (cefalópodos, gasterópodos, bivalvos), braquiópodos (rinconeliformes, linguliformes), equinodermos (crinoideos), cnidarios, anélidos (macaeridios), cornulítidos, microfósiles (conodontos) e icnofósiles. De los fósiles de invertebrados no graptolitos, tan sólo una pequeña parte ha podido ser identificada taxonómicamente, detectándose por vez primera para España o la Zona Centroibérica la presencia de especies concretas de braquiópodos, bivalvos y ostrácodos, además de algunos arqueogasterópodos loxonematáceos, neritimorfos y bellerofontidos pterotecinos. El material de euriptéridos y cefalópodos se describe someramente a nivel tipológico, determinándose la presencia de dos taxones diferentes de pterigótidos, en el primer caso, y de siete morfotipos distintos de ortocerátidos, en el segundo.

Finalmente, las asociaciones paleontológicas permiten realizar diversas inferencias de tipo paleoecológico y paleogeográfico. El registro de graptolitos se adscribe a las biofacies de plataforma somera y epipelágicas de la provincia graptolítica de la Europa Perigondwánica de Štorch (1998a), con generación de fondos anóxicos por estratificación de masas de agua en zonas de elevada productividad orgánica, próximas a áreas de afloramiento (*upwelling*). Por su parte, las asociaciones de bivalvos y braquiópodos del Llandovery-Ludlow son las típicas del área perigondwánica, y cuentan con numerosos elementos en común con Bohemia, Cerdeña, Alpes Cárnicos, Macizo Armoricano y norte de África. Estas relaciones se estrechan y se hacen más patentes en el Ludlow y Pridoli de los sectores situados al sur del eje de Los Pedroches, donde se depositan los únicos materiales calcáreos silúricos reconocidos en toda el área de trabajo.

Desde el punto de vista paleogeográfico, el Silúrico del Dominio Obejo-Valsequillo no se sitúa en simple prolongación paleogeográfica con el Silúrico de la plataforma

centroibérica, observable al norte del batolito de Los Pedroches, sino que encierra una mayor complejidad estratigráfica, con ciertas similitudes con la sucesión de la Zona de Ossa Morena para el Wenlock a Prídoli.



## 12 BIBLIOGRAFÍA

Adrain, J.M. 1992. Machaeridian classification. *Alcheringa*, 16, 15-32.

Adrain, J.M., Chatterton, B.D.E. & Cocks, L.R.M. 1991. A new species of Machaeridian from the Silurian of Podolia, USSR, with a review of the Turrilepadidae. *Palaeontology*, 34 (3), 637-651.

Alfía Medina, M., Capote, R. & Hernández Enrile, J.L. 1971. Rasgos geológicos y tectónicos de la Sierra Morena oriental y sus estribaciones meridionales en la transversal de Moral de Calatrava (Ciudad Real) a Villanueva del Arzobispo (Jaén). *1º Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica*, Madrid, 1, 3-15.

Almela, A. 1959. Esquema geológico de la zona de Almadén (Ciudad Real). *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, 70, 315-330.

Almela, A. & Febrel, T. 1960. La roca fraileasca de Almadén, un episodio tobáceo en una formación basáltica del Siluriano superior. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 59, 41-72.

Almela, A., Alvarado, M., Coma, J., Felgueroso, C. & Quintero, I. 1962. Estudio geológico de la región de Almadén. *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, 73, 195-327.

Amor Herrera, J.M. & Ortega Gironés, E. 1987. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 809 (Tirteafuera) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 56 pp.

Anónimo. 1850. Apuntes sobre algunos fósiles hallados por el Sr. de Verneuil en España. *Revista Minera*, 1, 95.

Apalategui Isasa, O., Borrero Domínguez, J., Carracedo Sánchez, M., Pérez de la Blanca, J.C., Roldán García, F.J. & Soubrier González, J. 1985a. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja N° 902 (Adamuz) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 51 pp.

Apalategui Isasa, O., Borrero Domínguez, J., Delgado Quesada, M., Roldán García, F.J. & Sánchez Carretero, R. 1985b. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja N° 901 (Villaviciosa de Córdoba) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 66 pp.

Apalategui Isasa, O., Higuera Higuera, P., Pérez Lorente, F. & Roldán García, F.J. 1985c. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja N° 880 (Espiel) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 58 pp.

Apalategui Isasa, O., Jorquera de Guindos, A. & Villalobos Megías, M. 1988a. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja N° 803 (Almendralejo) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 79 pp.

Apalategui Isasa, O., Villalobos Megías, M. & Jorquera de Guindos, A. 1988b. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja N° 804 (Oliva de Mérida) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 59 pp.

Apalategui Isasa, O., Contreras Vázquez, F. & Fernández Ruiz, J. 2004. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja N° 858 (El Viso) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 45 pp.

Arbey, F. & Tamain, G. 1971. Existence d'une glaciation siluro-ordovicienne en Sierra Morena (Espagne). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, Série D, 177, 1291-1294.

Azor, A., González Lodeiro, F. & Simancas, J. F. 1994. Tectonic evolution of the boundary between the Central Iberian and Ossa-Morena Zones (Variscan belt, southwest Spain). *Tectonics* 13, 45-61.

Babin, C. & Robardet, M. 1974. Mollusques Bivalves du Silurien supérieur et de l'extrême ase du Dévonien en Normandie. *Extrait des Annales de la Societe Geologique du Nord*, 94 (1), 19-45.

Ballestra, G., Becker-Wahl, C., Germann, A., Höfges, J., Hoffmann, M., Kumpa, M., Marker, A., Neidhöfer, R., Ruth, H.G., Schilling, E., Wilcke, J. & Walter, R. 1982. La geología del Sinclinal de Guadarranque. (Contribuciones al conocimiento del Precámbrico y Paleozoico Inferior de los Montes de Guadalupe, España Central, III). *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 56, 45-68.

Barca, S. & Jaeger, H. 1989. New geological and biostratigraphical data on the Silurian in SE-Sardinia. Close affinity with Thuringia. *Bolletino della Società Geologica Italiana*, 108, 565-580.

Barrande, J. 1872. *Système Silurien du centre de la Bohême. 1ère Partie: Recherches Paléontologiques. Supplément au Vol. I. Trilobites, Crustacés divers et Poissons*. Texte et Planches. Chez l'auteur et éditeur, Imprimerie de Charles Bellmann, Prague, xxx+647 pp.

Barrande, J. 1867. *Système Silurien du centre de la Bohême. 1ère Partie: Recherches Paléontologiques. Vol. III. Texte et 16 Planches. Classe de Mollusques. Ordre des Ptéropodes*. Chez l'auteur et éditeur, Imprimerie de Charles Bellmann, Prague, xv+179 pp.

Bascones Alvira, L. & Martín Herrero, D. 1982. *Memoria Explicativa de la hoja N° 702 (San Vicente de Alcántara) del Mapa geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 37 pp.

Bascones Alvira, L. & Martín Herrero, D. 1987. *Memoria Explicativa de la hoja N° 622 (Torrejón de Ardo) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 58 pp.

Bascones Alvira, L., Martín Herrero, D. & Corretge Castañón, L.G. 1982. *Memoria Explicativa de la hoja N° 703 (Arroyo de la Luz) del Mapa Geológico de España a*

escala 1:50.000 (Segunda Serie). Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 48 pp.

Bascones Alvira, L., Martín Herrero, D. & Corretge Castañón, L.G. 1987a. *Mapa y Memoria Explicativa de la hoja N° 621 (Coria) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 78 pp.

Bascones Alvira, L., Martín Herrero, D. & Corretge Castañón, L.G. 1987b. *Mapa y Memoria Explicativa de la hoja N° 651 (Serradilla) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 56 pp.

Bassett, M. & Cocks, L.R.M. 1974. A review of Silurian brachiopods from Gotland. *Fossils and Strata*, 3, 1-56.

Bates, D.E.B. 1989. Los graptolites. *Mundo Científico*, 9 (88), 148-154 [traducción de *La Recherche*, 1988, 19 (205), 1476-1482].

Bates, D.E.B., Kozłowska, A. & Lenz, A.C. 2005. Silurian retiolitid graptolites: Morphology and evolution. *Acta Palaeontologica Polonica*, 50 (4), 705-720.

Bea, F., Montero, P., Talavera, C., Abu Anbar, M., Scarrow, J.H., Molina, J.F. & Moreno, J.A. 2010. The palaeogeographic position of Central Iberian in Gondwana during the Ordovician: evidence from zircon chronology and Nd isotopes. *Terra Nova*, 22 (5), 341-346.

Bengtson, P. 1988. Open nomenclature. *Palaeontology*, 31(1), 223-227.

Bernaldez, F. & Rúa Figueroa, R. 1861. *Memoria sobre las minas de Almadén y Almadenejos*. Madrid, Imprenta Nacional, 325 pp.

Berry, W.B.N. & Murphy, M.A. 1975. Silurian and Devonian graptolites of central Nevada. *University of California Publications in Geological Sciences*, 110, 1-109.

Bjerreskov, M. 1975. Llandoveryan and Wenlockian graptolites from the Bornholm. *Fossils and Strata*, 8, 1-94.

Bjerreskov, F. & Koren, T. 1997. Early Llandovery monograptids from Bornholm and the southern Urals: taxonomy and evolution. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 44, 1-43.

Blachère, H. 1978. *Etude géologique et minière de la région de Chillon-El Borracho (synclinal d'Almadén)*. Ciudad Real/Espagne. Thèse 3ème cycle, Université de Paris-Sud, Orsay, 163 pp.

Bochmann, H.G. 1956. *Stratigraphie und Tektonik der zentralen Extremadura im Bereich von Cáceres und der östlichen Sierra de San Pedro (Spanien)*. Dissertation der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, 195 pp. (Inéd.). [Resúmenes publicados en Walter (Ed. 1977), *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 42, 10-13, Anlage 3; Bochmann (2008)].

Bochmann, H.G. 2008. Stratigraphy and tectonics in the Cáceres – Sierra de San Pedro area (Central Extremadura, Spain) – a summary. En: Raumer, J.F. von (Ed.), *Franz Lotze (1903-1971). The doctoral theses of his students in Spain and Portugal. Abridged versions*. Instituto Universitario de Geología “Isidro Parga Pondal”. O Castro, serie Nova Terra, 36, 53-56.

Boixereu, Vila, E. 2008. El boceto de un mapa geológico de Extremadura y Norte de Andalucía de Frédéric Le Play (1834): primer mapa geológico realizado en España. *Boletín Geológico y Minero*, 119 (4), 495-508.

Bogolepova, O.K., Gutiérrez-Marco, J.C. & Robardet, M. 1998. A brief account on the Upper Silurian cephalopods from the Valle syncline, province of Seville (Ossa Morena Zone, southern Spain). En: Gutiérrez-Marco, J.C. & Rábano, I. (Eds.). Proc. 6º Int. Graptolite Conf. (GWG-IPA) Field Meeting, IUGS Subcommittee on Silurian Stratigraphy. *Temas Geológico-Mineros ITGE*, 23, 63-66.

Born, A. 1918. Die *Calymene tristani*-Stufe (mittleres Untersilur) bei Almadén, ihre Fauna, Gliederung und Verbreitung. *Abhandlungen der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft*, 36, 309-358. [Traducido al español por B. Meléndez y M.R. Fernández en 1953: El tramo de *Calymene tristani* en Almadén (Ordoviciense medio) su fauna, división y extensión. *Publicaciones Extranjeras sobre Geología de España*, 7 (3), 173-264].

Borrero, J. & Higuera, P. 1990. Nuevos conocimientos sobre la geología y metalogénesis de los yacimientos de mercurio de Almadén (Ciudad Real). *Boletín Geológico y Minero*, 101 (6), 872-890.

Bouček, B. 1931. Communication préliminaire sur quelques nouvelles espèces de graptolites provenant du Gothlandien de la Bohême. *Věstník Státního Geologického Ústavu*, 7 (3), 1-21.

Bouček, B. 1932. Preliminary report on some new species of Graptolites from the Gothlandian of Bohemia. *Věstník Státního Geologického Ústavu*, 8 (3), 1-5.

Bouček, B. 1933. Monographie der obersilurischen Graptoliten aus der Familie Cyrtograptidae mit besonderer Rücksicht auf die im Gotlandium von Mittelhöhmen vorkommenden Arten. *Práce geologicko-paleontologického Ústavu Karlovy University v Praze zar.*, 1, 1-84.

Bouček, B. 1936. Die Planktonfauna der böhmischen Graptolithenschiefer. *Sonder-Abdruck aus dem Zentralblatt f. Min.*, Abt. B, 7, 291-296.

Bouček, B. & Münch, A. 1944. Die Retioliten des mitteleuropäischen Llandovery und der unteren Wenlock. *Mitteilungen der Tschechischen Akademie der Wissenschaften*, 41, 1-54.

Bouček, B. & Münch, A. 1952. Retioliti stredoevropského surhniho wenlocku a ludlowu. *Sborník Ústředního Ústavu Geologického*, 19, 104-151.

Bouček, B. & Příbyl, A. 1941. Über die Gattung *Petalolithus* Suess aus dem böhmischen Silur. *Mitteilungen der Tschechischen Akademie der Wissenschaften*, 1-17.

- Bouček, B. & Příbyl, A. 1942. Über böhmische Monograptiten aus der Untergattung *Streptograptus* Yin. *Mitteilungen der Tschechischen Akademie der Wissenschaften*, 52 (1), 1-23.
- Bouček, B. & Příbyl, A. 1951. On some Slender Species of the Genus *Monograptus* GEINITZ, especially of the Subgenera *Mediograptus* and *Globosograptus*. *Bulletin International de l'Académie tchèque des Sciences*, 52 (13), 1-32.
- Bouček, B. & Příbyl, A. 1952. Nové poznatky o cyrtograptidech z českého siluru a jejich stratigrafickém významu. *Rozpravy 2. Trždy České Akademie Veda Umeni*, 62, 1-24.
- Bouček, B. & Příbyl, A. 1953. O rodu *Diversograptus* Manck z českého siluru. (On the genus *Diversograptus* Manck from the Silurian of Bohemia). *Sborník Ústředního Ústavu Geologického*, 20, 485-576.
- Boucot, A.J., Chen, X. 2009. Fossil plankton depth zones. *Palaeoworld*, 18, 213–234.
- Bouyx, E. & Saupé, F. 1966. Précision sur la limite Arenig-Llandeilo dans l'Ordovicien d'Almadén (Province de Ciudad Real, Espagne). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Série D*, 263, 321-323.
- Braddy, S.J. 2001. Eurypterid palaeoecology: palaeobiological, ichnological and comparative evidence for a “mass-moult-mate” hypothesis. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 172, 115-132.
- Braddy, S.J., Aldridge, R.J. & Theron, J.N. 1995. A new eurypterid from the late Ordovician Table Mountain Group, South Africa. *Palaeontology*, 38 (3), 563-581.
- Brenchley, P.J., Romano, M., Young, T.P. & Storch, P. 1991. Hirnantian glaciomarine diamictites – evidence for the spread of glaciations and its effect on Upper Ordovician faunas. En: Barnes, C. R. & Williams, S. H. (Eds.). *Advances in Ordovician Geology*. Geological Survey of Canada, 90 (9), 325-336.
- Budil, P., Collette, J. & Manda, S. 2010. An unusual occurrence of the Laurentian phyllocarid crustacean *Ceartiocaris papilio* Salter in the lower Ludfordian (Silurian) of Bohemia (peri-Gondwana). *Bulletin of Geosciences*, 85 (4), 551-564.
- Bull, E.E. & Loydell, D.K. 1995. Uppermost Telychian graptolites from the North Esk Inlier, Pentland Hills, near Edinburgh. *Scottish Journal of Geology*, 31 (1), 163-170.
- Bulman, O.M.B. 1970. Graptolithina with sections on Enteropneusta and Pterobranchia. En: Moore, R. C. (Ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part V, Second Edition*. The Geological Society of America and the University of Kansas. Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas, 163 pp.
- Bulman, O.M.B. & Rickards, R.B. 1968. Some new diplograptids from the Llandovery of Britain and Scandinavia. *Palaeontology*, 11 (1), 1-15.
- Butenweg, P. 1968. Geologische Untersuchungen im Ostteil der Sierra Morena nordöstlich von La Carolina. (Prov. Jaén, Spanien). *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 6, 126 pp.

- Butenweg, P. 2008. Geological investigations in the eastern Sierra Morena northeast of La Carolina (Prov. Jaén, Spain) – a summary. En: Raumer, J.F. von (Ed.), *Franz Lotze (1903-1971). The doctoral theses of his students in Spain and Portugal. Abridged versions*. Instituto Universitario de Geología “Isidro Parga Pondal”. O Castro, serie Nova Terra, 36, 57-61.
- Cañada Guerrero, F. 1962. *Mapa y Explicación de la Hoja N° 653 (Valdeverdeja) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Primera Serie)*. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 79 pp.
- Capote del Villar, R. & Hernández Enrile, J.L. 1969. *Estudio geológico de la región Santa Cruz de Mudela-Despeñaperros*. Memoria inédita, Junta de Energía Nuclear, 89 pp.
- Carballeira, J., Duque, J. & Pol, C. 1983. Características secuenciales del Ordovícico en el sinclinal de Monfragüe (Caceres). En: Obrador, A. (Ed.), *Comunicaciones X Congreso Nacional de Sedimentología*, Menorca, 6-26.
- Carballeira, J., Pol, C. & Duque, J. 1985. Tempestitas del Ordovícico Superior en el sinclinal de Cañaveral (Cáceres). *Trabajos de Geología*, Oviedo, 15, 87-97.
- Carcavilla Urquí, L. & Palacio Suárez-Valgrande, J. 2010. *Geosites: aportación española al patrimonio geológico mundial*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 231 pp.
- Carter, J. G. y 50 autores más. 2011. A Synoptical Classification of the Bivalvia (Mollusca). *Paleontological Contributions*, University of Kansas, 4, 1-46.
- Carvajal Menéndez, A., Apalategui Isasa, O. & Huerta Carmona, J. 2008. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja N° 805 (Castuera) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 67 pp.
- Caster, K.E. & Kjellesvig-Waering, E.N. 1952. Concerning the eurypterid *Megalograptus*, an Upper Ordovician anachronism. *Geological Society of America Bulletin*, 62, 1428-1429.
- Caster, K.E. & Kjellesvig-Waering, E.N. 1964. Upper Ordovician Eurypterids of Ohio. *Palaeontographica Americana*, 4 (32), 301-342.
- Castelló Montorí, R. & Orviz Castro, F. 1976. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja N° 884 (La Carolina) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 45 pp.
- C.G.S. (Compañía General de Sondeos S. A.) 1971. *Estudio Geológico de la zona cinabrifera de Almadenejos*. Documento interno, Minas de Almadén y Arrayanes, 110 pp. (inédito).
- C.G.S. (Compañía General de Sondeos S. A.) 1974. *Estudio Geológico-Minero de la zona de Valdeazogues*. Documento interno, Minas de Almadén y Arrayanes, 73 pp. (inédito).

- C.G.S. (Compañía General de Sondeos S. A.) 1975. *Estudio Geológico-Minero de la zona de Gargantiel*. Documento interno, Minas de Almadén y Arrayanes, 56 pp. (inédito).
- Chamón, C., Hernández Enrile, J.L., del Olmo, P., & Pardo Tirapu, G. 1970. *Estudio geológico de la región de El Viso del Marqués-Moral de Calatrava (provincia de Ciudad Real)*. Documento interno inédito, Junta de Energía Nuclear, 55 pp.
- Chang, H.C. & Sun, Y.C. 1947. New graptolite faunas from Lientan, Kwantung. *Contributions from the Geological Institute National University of Peking*, 29, 9-17.
- Charpentier, J.L. 1976. *Géologie et Métallogénie de la Sierra Carolina (Jaén, Espagne)*. Thèse 3ème cycle, Université de Paris-Sud, Orsay, 156 pp.
- Chaubet, M.C. 1937. *Contribution a l'étude géologique du Gothlandien du versant Meridional de la Montagne Noire*. Thesis Faculté des Sciences, Laboratoire de Géologie de l'Université de Montpellier, 223 pp.
- Chauvel, J., Drot, J., Pillet, J. & Tamain, G. 1969. Précisions sur l'Ordovicien moyen et supérieur de la «série-type» du Centenillo. *Bulletin de la Société Géologique de France* (7), 11, 613-626.
- Chen, 1984. Silurian graptolites from southern Shaanxi and northern Sichuan with special reference to classification of Monograptidae. *Palaeontologia Sinica Series B*, 20, 1-102. [Zoological Record Volume 121].
- Cherns, L. & Wheeley, J.R. 2009. Early Palaeozoic cooling events: peri-Gondwana and beyond. En: Bassett, M.G. (Ed.) *Early Palaeozoic Peri-Gondwana Terranes: New Insights from Tectonics and Biogeography*. Geological Society, London, Special Publications, 325, 257-278.
- Chlupáč, I. 1963. Phyllocarid crustaceans from the Silurian and Devonian of Czechoslovakia. *Palaeontology*, 6 (1), 97-118.
- Chlupáč, I. 1984. Assemblages of phyllocarid crustaceans in the Silurian and Devonian of Bohemia and their analogues. *Geologica et Palaeontologica*, 28, 1-25.
- Chlupáč, I. 1994. Pterygotid eurypterids (Arthropoda, Chelicerata) in the Silurian and Devonian of Bohemia. *Journal of the Czech Geological Society*, 39, 147-156.
- Ciry, G. 1936. Contribution a l'étude géologique de la région d'Almadén. *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural*, 36, 295-300.
- Clarkson, E.N.K., Harper, D.A.T. & Peel, J.S. 1995. Taxonomy and palaeoecology of the mollusk *Pterotheca* from the Ordovician and Silurian of Scotland. *Lethaia*, 28 (2), 101-114.
- Cocks, L.R.M. & Torsvik, T.H. 2006. European geography in a global context from the Vendian to the end of the Palaeozoic. En: Gee, D.G. & Stephenson, R.A. (Eds.) *European Lithosphere Dynamics*. Geological Society, London, Memoires, 32, 83-95.

- Comte, P. 1937. La série cambrienne et silurienne du Leon (Espagne). *Comptes Rendus, Académie des Sciences (Paris)*, 204, 604-606.
- Contreras Vázquez, F., Apalategui Isasa, O. & Flóres Villarejo, P.A. 2004. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja N° 857 (Valsequillo) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 62 pp.
- Cooper, R.A., Rigby, S., Loydell, D.K. & Bates, D.E.B. 2012. Palaeoecology of the Graptoloidea. *Earth-Science Reviews*, 112, 23-41.
- Cope, J. C. W. & Kříž, J. 2013. The Lower Palaeozoic palaeobiogeography of Bivalvia. En: Harper, D. A. T. & Servais, T. (Eds.) *Early Palaeozoic Biogeography and Palaeogeography*. Geological Society, London, Memoirs, 38, 221-241.
- Corradini, C., Del Río, M., Gnoli, M. & Pittau, P. 2009. Minor fossil groups in the Silurian of Sardinia. *Rendiconti della Società Palaeontologica Italiana*, 3 (1), 157-167.
- Corradini, C., Ferretti, A & Štorch, P. (Eds.) 2009. The Silurian of Sardinia. *Rendiconti della Società Palaeontologica Italiana*, 3 (1), 170 pp.
- Corretgé, L.G. & García de Figuerola, L.C. 1971. Rasgos geológicos de la región comprendida entre el sinclinal de Cañaveral y la Sierra de San Pedro (Cáceres). *I Congreso Hispano-Luso-Americano de Geología Económica*, Madrid, 1, 183-195.
- Corretgé, L.G., Suárez, O & Tena-Dávila, M. 1982. Los granitos, rocas volcánicas y rocas volcanoclásticas del sinclinal de Cáceres. *Trabajos de Geología*, Univ. de Oviedo, 12, 251-271.
- Cortázar, D. 1880. Reseña física y geológica de la provincia de Ciudad Real. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 7, 289-330.
- Coullaut, J.L., Villota, L. & Aguilar, M.J. 1975. *Estudio Geológico-Minero de la zona norte de Gargantiel*. Compañía General de Sondeos. Informe geológico interno para Minas de Almadén y Arrayanes, 91 pp (inédito).
- Coullaut, J.L., Villota, L., Babiano, F. & Aguilar, M.J. 1977. *Investigación Geológico-Minera de la zona "Arroyo del Mimbres"*. Compañía General de Sondeos. Informe geológico interno para Minas de Almadén y Arrayanes, 56 pp (inédito).
- Dalloni, M. 1930. Etude géologique des Pyrénées catalanes. *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, 26, 1-373.
- Delgado, J.F.N. 1908. *Système Silurique de Portugal. Étude de stratigraphie paléontologique*. Commission du Service Géologique du Portugal. Imprimerie de l'Académie Royale des Sciences, Lisbonne, 245 pp.
- Delgado Quesada, M., Liñán, E., Pascual, E. & Pérez-Lorente, F. 1977. Criterios para la diferenciación de Dominios en Sierra Morena Central. *Studia Geologica Salmanticensis*, 12, 75-90.



- Degardin, J.M. 1980. La faune à Graptolites de type sarde: son extension stratigraphique et sa répartition paléogéographique. *Extrait des Annales de la Societe Geologique du Nord*, 100, 119-129.
- Degardin, J.M. y Pillet, J. 1983. Nouveaux Trilobites du Silurien des Pyrénées centrales espagnoles. *Annales de la Société géologique du Nord*, 103, 83-92.
- Diez Balda, M.A., Vegas, R. & González-Lodeiro, F. 1990. Central-Iberian Zone. Autochthonous sequences. Structure. En: Dallmeyer, R.D. & Martínez-García, E. (Eds.), *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, Springer-Verlag, 172-188.
- Díez Fernández, R., Martínez Catalán, J.R., Gerdes, A., Abati, J., Arenas, R. & Fernández-Suárez, J. 2010. U–Pb ages of detrital zircons from the Basal allochthonous units of NW Iberia: Provenance and paleoposition on the northern margin of Gondwana during the Neoproterozoic and Paleozoic. *Gondwana Research*, 18, 385-399.
- Depitout, A. 1962. Étude des gigantostraces Siluriens du Sahara Central. *Publications du Centre de Recherches Sahariennes, Série Géologie*, 2, 141 pp.
- Dereims, A. 1898. *Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon*. Thèse Université de Lille, 199 pp.
- Duque Macías, J. 1983. *Geología del Sinclinal de Monfragüe (Prov. de Cáceres). Estudio litoestratigráfico, sedimentológico y estructural de los materiales Ordovícicos-Silúricos*. Tesis de Licenciatura, Universidad de Salamanca.
- Dzik, J. 1980. Isolated mandibles of Early Palaeozoic phyllocarid Crustacea. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 1980 (2), 87-106.
- Dzik, J. 1981. Origin of the Cephalopoda. *Acta Palaeontologica Polonica*, 26 (2), 161-191.
- Dzik, J. 1986. Turrilepadida and other Machaeridia. En: Hoffman, A. & Nitecki, M.H. (Eds.), *Problematic fossil taxa*. Oxford Monographs on Geology and Geophysics, 5, 116-134.
- Elles, G.L. 1900. The zonal classification of the Wenlock Shales of the Welsh Borderland. *Quarterly Journal of the Geological Society*, London, 56 pp.
- Elles, G.L. & Wood, E.M.R. 1901-1918. A Monograph of British Graptolites. *Palaeontographical Society (Monographs)*. Part 1 (1901), pp. 1-54; Part 2 (1902), pp. i-xxviii, 55-102; Part 3 (1903), pp. xxix-lii, 103-134; Part 4 (1904), pp. liii-lxxii, 135-180; Part 5 (1906), pp. lxxii-xcvi, 181-216; Part 6 (1907), pp. xcvi-cxx, 217-272; Part 7 (1908), pp. cxxi-cxlviii, 273-358; Part 8 (1911), pp. 359-414; Part 9 (1913), pp. 415-486; Part 10 (1914), pp. 487-526; Part 11 (1916), pp. a-m, cxlix-clxxi, 527-539.
- Egozcue, J. & Mallada, L. 1876. Memoria geológico-minera de la provincia de Cáceres. *Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 4, 368 pp.
- Ezquerria del Bayo, J. 1838. Apuntes geognósticos y mineros sobre una parte del mediodía de España. *Anales de Minas*, 1, 322-360.

Ezquerro del Bayo, J. 1844. Descripción geognóstica y minera de los criaderos de Sta. Cruz de Mudela. *Boletín Oficial de Minas*, 11, 125-127.

Ezquerro del Bayo, J. 1847. *Traducción del libro "Elementos de Geología", de Charles Lyell (1838), con adiciones de los terrenos de España*. Imprenta de Don Antonio Yenes, Madrid, 652 pp. [con ediciones facsímiles de 1998 y 2003, publicadas en Madrid por la Sociedad Geológica de España y el IGME, respectivamente].

Fernández y Menéndez Valdés, A. 1933. *Memoria Explicativa de la Hoja nº 864 (Montizón) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 122 p.

Finney, S.C., Berry, W.B.N. & Cooper, J.D. 2007. The influence of denitrifying seawater on graptolite extinction and diversification during the Hirnantian (latest Ordovician) mass extinction event. *Lethaia*, 40, 281-291.

Font y Sagué, N. 1902. Nota sobre el Silúrico superior del Valle de Camprodon (Pirineos catalanes). *Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural*, 7, 102-104.

Fortey, R.A. & Cooper, R.A. 1986. A phylogenetic classification of the graptoloids. *Palaeontology*, 29, 631-654.

Frey, R.W. 1970. Trace fossils of Fort Hays Limestone Member of Niobrara Chalk (Upper Cretaceous), West-Central Kansas. *The University of Kansas Paleontological Contributions*, 53, 1-41.

Frýda, J. 1999. Higher classification of Paleozoic gastropods inferred from early shell ontogeny. *Journal of the Czech Geological Society*, 44 (1-2), 137-154.

Gallardo-Millán, J.L., Higuera, P. & Molina, J.M. 1994. Análisis estratigráfico de la "Cuarcita de Criadero" en el Sinclinal de Almadén. *Boletín Geológico y Minero de España*, 105, 135-145.

García-Alcalde Fernández, J.L. 1981. *Informe Paleontológico de la Investigación Geológico-Minera en el sector de Belalcázar*. Informe Interno INGEMISA, 13 pp. (inédito).

García-Alcalde Fernández, J.L. & Arbizu Senosiain, M.A. 1982a. *Informe Paleontológico, hoja nº 781 (15-31) Siruela*. Informe Interno MAGNA, Departamento de Paleontología de la Universidad de Oviedo, 26 pp. (inédito).

García-Alcalde Fernández, J.L. & Arbizu Senosiain, M.A. 1982b. *Informe Paleontológico, hoja nº 809 (17-32) Tirteafuera*. Informe Interno MAGNA, Departamento de Paleontología de la Universidad de Oviedo, 20 pp. (inédito).

García-Alcalde Fernández, J.L. & Arbizu Senosiain, M.A. 1982c. *Informe Paleontológico, hoja nº 834 (15-34) San Benito*. Informe Interno MAGNA, Departamento de Paleontología de la Universidad de Oviedo, 15 pp. (inédito).

García-Alcalde Fernández, J.L. & Arbizu Senosiain, M.A. 1983. *Informe Paleontológico, hoja nº 833 (15-33) Hinojosa del Duque*. Informe Interno MAGNA, Departamento de Paleontología de la Universidad de Oviedo, 4 pp. (inédito).

García-Alcalde Fernández, J.L., Carls, P., Pardo Alonso, M.V., Sanz López, J., Soto, F., Truyols-Massoni, M. & Valenzuela-Ríos, J.I. 2002. Devonian. En: Gibbons, W. & Moreno, T. (Eds.), "*The Geology of Spain*". The Geological Society, London, 67-91.

García-Cortés, A. (Ed.) 2008. *Contextos Geológicos españoles: una aproximación al Patrimonio Geológico Español de Relevancia internacional*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 235 pp.

García de Figuerola, L.C. 1965. La continuación hacia el SO del dique básico de Plasencia (Cáceres). *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 77, 129-164.

García Hidalgo, J., Pieren Pidal, A., Olivé Davó, A. & Carbajal, A. 2008. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 779 (Villanueva de la Serena) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 73 pp.

García-López, S., Rodríguez-Cañero, R., Sanz-López, J., Sarmiento, G. & Valenzuela-Ríos, J.J. 1996. Conodontos y episodios carbonatados en el Silúrico de la Cadena Hercínica meridional y el Dominio Sahariano. *Revista Española de Paleontología*, Volumen Extraordinario en homenaje a J. Truyols, 33-57.

García Palacios, A. & Rábano, I. 1996. Hallazgo de trilobites en pizarras negras graptolíticas del Silúrico inferior (Telychiense, Llandovery) de la Zona Centroibérica (España). *Geogaceta*, 20 (1), 239-241.

García Palacios, A., Gutiérrez-Marco, J.C. & Herranz Araújo, P. 1996a. Edad y correlación de la "Cuarcita de Criadero" y otras unidades cuarcíticas del límite Ordovícico-Silúrico en la Zona Centroibérica meridional (España y Portugal). *Geogaceta*, 20 (1), 19-22.

García Palacios, A., Storch, P. & Gutiérrez-Marco, J.C. 1996b. Graptolite biostratigraphy of Silurian black shales near Corral de Calatrava (Central Iberian Zone, Spain). *The James Hall Symposium: Second International Symposium on the Silurian System*, Rochester. Program and Abstracts, 54.

García Sansegundo, J., Lorenzo Álvarez, S. & Ortega Gironés, E. 1987a. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 781 (Siruela) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 50 pp.

García Sansegundo, J., Lorenzo Álvarez, S. & Ortega Gironés, E. 1987b. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 808 (Almadén) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 60 pp.

Geinitz, H.B. 1852. *Die Graptolithen, ein monographischer versuch zur beurtheilung der Grauwackenformation in Sachsen und den angrenzenden länderabtheilungen sowie der Silurischen formation überhaupt*. Verlag von Wilhelm Engelmann. Leipzig. 58 pp.

Gil Cid, M.D. 1970. Contribución al estudio de la fauna del Ordovícico de Montes de Toledo (Trilobites). *Estudios Geológicos*, 26, 285-295.

- Gil Cid, M.D., Gutiérrez Elorza, M. & Vegas, R. 1971. Hallazgo de trinucleido en el sinclinal del Guadarranque-Gualija (provincia de Cáceres, España). *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 69 (1), 196-202.
- Gil Cid, M.D., Gutiérrez Elorza, M., Romariz, C. & Vegas, R. 1976. El Ordovícico y Silúrico del sinclinal de Guadarranque-Gualija (Prov. de Cáceres, España). *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 60, 17-29.
- Gil Serrano G. & Pérez-Rojas, A. 1985. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 707 (Logrosán) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 31 pp.
- Gnoli, M. 1992. Occurrence of Eurypterids (Arthropoda) in the Silurian of southwestern Sardinia. *Bollettino della Società paleontologica italiana*, 31 (1), 147-149.
- Gnoli, M. 2003. Northern Gondwanan siluro-devonian palaeogeography assessed by cephalopods. *Palaeontologia Electronica*, 5 (2), 19 pp.
- Gnoli, M. & Serpagli, E. 1984. Evidence of phyllocarid remains from Silurian-Devonian boundary beds in southwestern Sardinia. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 1984 (5), 257-268.
- Gnoli, M. & Serpagli, E. 1991. Nautiloid assemblages from middle-late Silurian of Southwestern Sardinia: a proposal. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 30 (2), 187-195.
- Gnoli, M. & Serventi, P. 2005. New Evidence of Silurian Phyllocarid remains from SW Sardinia. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 44 (3), 255-262.
- Gnoli, M. & Serventi, P. 2009. Silurian nautiloid cephalopods from Sardinia: the state of the art. En: Corradini, C., Ferretti, A. & Štorch, P. (Eds.), *The Silurian of Sardinia. Rendiconti della Società Paleontologica Italiana*, 3 (1), 109-118.
- Gnoli, M., Perrier, V. & Serventi, P. 2009. The state of research on Sardinian Silurian Crustacea. *Rendiconti della Società Paleontologica Italiana*, 3 (1), 143-155.
- Gómez de Llarena, M. 1916. Bosquejo Geográfico-Geológico de los Montes de Toledo. *Trabajos del Museo Nacional de Ciencias Naturales (Geología)*, 15, 74 pp.
- Göncüoğlu, M.C. & Sachanski, V. 2003. First findings of the Upper Llandoveryan (Telychian) graptolites from the Camdag area, MW Turkey. *Comptes Rendus de l'Académie Bulgare des Sciences*, 56 (3), 37-42.
- Gonzalo, J.C. 1989. Litoestratigrafía y tectónica del basamento en el área de Mérida (Extremadura central). *Boletín Geológico y Minero de España*, 101, 48-72.
- Gonzalo y Tarín, J. 1879. Reseña físico-geológica de la provincia de Badajoz. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 6, 389-412.
- Gonçalves, F.; Perdigão, J.C.; Coelho, A.V.P. & Munha, J.M. 1978. *Carta Geológica de Portugal na Escala 1/50 000. Notícia explicativa da Folha 33-A (Assumar)*. Direcção Geral de Geologia e Minas, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 37 pp.

- Gortani, M. 1923a. Faune Paleozoiche della Sardegna. Parte 1: Le graptoliti di Goni. *Palaeontographia Italica*, 28, 42-67.
- Gortani, M. 1923b. Faune Paleozoiche della Sardegna. Parte 2: Graptoliti della Sardegna Orientale. *Palaeontographia Italica*, 28, 85-112.
- Gozalo, R. 1994. Geología y Paleontología (Ostrácodos) del Devónico Superior de Tabuenca (NE de la Cadena Ibérica Oriental). *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza*, 6, 291 pp.
- Groth, J. 1911. Sur le Primaire de la Sierra Morena. *Comptes Rendus, Académie des Sciences (Paris)*, 150, 231-232.
- Gumiel, P., Arribas, A. & Saavedra, J. 1976. Geología y metalogenia del yacimiento de estibina-scheelita de “San Antonio”, Alburquerque (Badajoz). *Studia Geologica*, 10, 61-93.
- Gumiel Martínez, P., Campos Egea, R. & Monteserín López, V. 1998. *Mapa Geológico y de Recursos Minerales del Sector Central de Extremadura (a escala 1:100.000)*. Junta de Extremadura, Mérida, 99 pp.
- Gumiel, P., Campos, R., Monteserín, V., Bellido, F., Quesada, C. & Lombardero, M. 2002. *Mapa Geológico y de Recursos Minerales del Sector Centro-Occidental de Extremadura (escala 1:100.000)*. Junta de Extremadura, Mérida, 140 pp.
- Gumiel, P., Campos, R., Segura, M. & Monteserín, V. 2003. *Guía Geológica del Parque Natural de Monfragüe*. Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, Junta de Extremadura, Mérida, 94 pp.
- Gumiel, P., Arias, M., Monteserín, V. & Segura, M. 2010. Modelo geológico 3D de la estructura en sinforme de Monfragüe: un valor añadido al patrimonio geológico del parque Nacional. *Boletín Geológico y Minero*, 121 (1), 15-28.
- Gutiérrez Elorza, M. & Vegas, R. 1971. Consideraciones sobre la estratigrafía y tectónica del E. de la provincia de Cáceres. *Estudios Geológicos*, 27 (2), 177-180.
- Gutiérrez Marco, J.C. 1986. *Graptolitos del Ordovícico español*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 3 vols., 701 pp. (inédito).
- Gutiérrez-Marco, J.C. 1995a. *Informe Paleontológico (Paleozoico inferior) de la hoja nº 806 (Cabeza del Buey) del Mapa Geológico Nacional escala 1:50.000 (segunda serie)*. Informe Interno MAGNA, 16 pp. (inédito).
- Gutiérrez-Marco, J.C. 1995b. *Informe Paleontológico (Ordovícico-Silúrico) de la hoja nº 807 (Chillón) del Mapa Geológico Nacional escala 1:50.000 (segunda serie)*. Informe Interno MAGNA, 14 pp. (inédito).
- Gutiérrez-Marco, J.C. 1997a. *Informe Paleontológico. Hoja nº 837 (Viso del Marqués) del Mapa Geológico Nacional escala 1:50.000 (2ª serie)*. Informe Interno MAGNA, 19 pp. (inédito).

- Gutiérrez-Marco, J.C. 1997b. *Informe Paleontológica. Hoja n° 838 (Santa Cruz de Mudela) del Mapa Geológico Nacional escala 1:50.000 (2ª serie)*. Informe Interno MAGNA, 15 pp. (inédito).
- Gutiérrez-Marco, J.C. 1997c. *Informe Paleontológico. Hoja n° 862 (Santa Elena) del Mapa Geológico Nacional escala 1:50.000 (2ª serie)*. Informe Interno MAGNA, 14 pp. (inédito).
- Gutiérrez-Marco, J.C. 1997d. *Informe Paleontológica. Hoja n° 863 (Aldeaquemada) del Mapa Geológico Nacional escala 1:50.000 (2ª serie)*. Informe Interno MAGNA, 15 pp. (inédito).
- Gutiérrez-Marco, J.C. 2000a. *Informe Paleontológico, Hoja n° 839 (Torre de Juan Abad) del Mapa Geológico Nacional escala 1:50.000 (2ª serie)*. Informe Interno MAGNA, 9 pp. (inédito).
- Gutiérrez-Marco, J.C. 2000b. *Informe Paleontológico. Hoja n° 840 (Bienservida) del Mapa Geológico Nacional escala 1:50.000 (2ª serie)*. Informe Interno MAGNA, 8 pp. (inédito).
- Gutiérrez-Marco, J.C. 2000c. *Informe Paleontológico, hoja n° 864 (Venta de Los Santos) del Mapa Geológico Nacional escala 1:50.000 (2ª serie)*. Informe Interno MAGNA, 11 pp. (inédito).
- Gutiérrez-Marco, J.C. 2000d. *Informe Paleontológico. Hoja n° 865 (Siles) del Mapa Geológico Nacional escala 1:50.000 (2ª serie)*. Informe Interno MAGNA, 4 pp. (inédito).
- Gutiérrez-Marco, J.C. 2009. Hemicordados: graptolitos. Capítulo 8, pp. 497-524. En: “*Paleontología de invertebrados*”; Martínez Chacón, M. L. & Rivas, P. (Eds.), Sociedad Española de Paleontología. Universidad de Oviedo, Universidad de Granada, Instituto Geológico y Minero de España, Oviedo, 524 pp.
- Gutiérrez-Marco, J.C. & Pineda Velasco, A. 1988. Datos biostratigráficos sobre los materiales silúricos del subsuelo de El Centenillo (Jaén). *Comunicaciones del II Congreso Geológico de España*, Granada, 1, 91-94.
- Gutiérrez-Marco, J.C. & Rábano, I. 2011. El descubrimiento científico del Paleozoico centroibérico: la contribución de Casiano del Prado (1797-1866) al conocimiento de la región de Almadén y áreas limítrofes de los Montes de Toledo y Sierra Morena. En: Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I., Mansilla Plaza, L. & García-Bellido, D.C. (Eds.), “*Geología y Paleontología de Almadén en el siglo XIX*”, 7-64.
- Gutiérrez-Marco, J.C. & Štorch, P. 1998. Graptolite biostratigraphy of the Lower Silurian (Llandovery) shelf deposits of the Western Iberian Cordillera, Spain. *Geological Magazine*, 135 (1), 71-92.
- Gutiérrez-Marco, J.C., Lenz, A.C., Robardet, M. & Piçarra, J.M. 1996. Wenlock-Ludlow graptolite biostratigraphy and extinction: a reassessment from the southwestern Iberian Peninsula (Spain and Portugal). *Canadian Journal of Earth Sciences*, 33 (5), 656-663.

Gutiérrez-Marco, J.C., Porro Mayo, T., Herranz Araujo, P. & Pieren Pidel, A. 1997a. Dos nuevos yacimientos con graptolitos silúricos en la región de Alange (Badajoz). *Geogaceta*, 21, 131-133.

Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I., Bombín-Espino, M., García Palacios, A. & Herranz Araujo, P. 1997b. "Piedras Geodes" y nódulos silúricos en el *Aparato para la Historia Natural Española* (1754) de José Torrubia. *Geogaceta*, 21, 135-137.

Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I., Couto, H. & Piçarra, J.M. 2000. Plumulítidos (Machaeridia) de la Formación Valongo (Ordovícico Medio, Portugal). En: Díez, J.B. & Balbino, A.C. (Eds.) *I Congresso Ibérico de Paleontologia/XVI Jornadas de la Sociedad española de Paleontología*. Universidade de Évora, 193-194.

Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I., Sarmiento, G.N. & Robardet, M. 2001. Fósiles del Silúrico español. *Memorias de las VII Jornadas Aragonesas de Paleontología*. "La Era Paleozoica. El Desarrollo de la Vida Marina". Institución "Fernando El Católico" (Excma. Diputación de Zaragoza), 95-123.

Gutiérrez-Marco, J.C., Rábano, I. & Lorenzo, S. 2012. El patrimonio paleontológico del Paleozoico marino de la región de Almadén (Ciudad Real). *De Re Metallica*, 19, 27-42.

Gutiérrez-Marco, J.C., Robardet, M. & Piçarra, J.M. 1998. Silurian Stratigraphy and Paleogeography of the Iberian Peninsula (Spain and Portugal). En: Gutiérrez-Marco, J.C. & Rábano, I. (Eds.), *Proceedings Sixth International Graptolite Conference & 1998 Field Meeting of the IUGS Subcommission on Silurian Stratigraphy*, *Temas Geológico-Mineros ITGE*, 23, 13-44.

Gutiérrez-Marco, J.C., Robardet, M., Rábano, I., Sarmiento, G.N., San José Lancha, M.A., Herranz Araujo, P. & Pieren Pidal, A.P. 2002. Ordovician. En: Gibbons, W. & Moreno, T. (Eds.), *The Geology of Spain*. The Geological Society, London, 31-49.

Gutiérrez-Marco, J.C., San José, M.A. & Pieren, A.P. 1990. Part IV: Central-Iberian Zone: Post-Cambrian Palaeozoic Stratigraphy. En: Dallmeyer, R.D. y Martínez-García, E. (Eds.), *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, Springer-Verlag, 160-171.

Gutiérrez-Marco, J.C., Sarmiento, G.N. & Rábano, I. 2014. Un olistostroma con cantos y bloques del Paleozoico Inferior en la cuenca carbonífera del Guadalmellato (Córdoba). Parte 2: Bioestratigrafía y afinidades paleogeográficas. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 27 (1), 27-43.

Haberfelner, E. 1931. Eine Revision der Graptholiten der Sierra Morena (Spanien). *Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft*, 43, 19-66. [Traducido al español por B. Meléndez y M.R. Fernández en 1952: Revisión de los graptolitos de Sierra Morena. *Publicaciones Extranjeras sobre Geología de España*, 6, 41-105].

Hafenrichter, M. 1979. Paläontologisch-ökologische und lithofazielle Untersuchungen des "Ashgill-Kalkes" (Jungordovizium) in Spanien. *Arbeiten der Paläontologisches Institut Würzburg*, 3, 139 pp.

Hafenrichter, M. 1980. The lower and upper boundary of the Ordovician system of some selected regions (Celtiberia, Eastern Ossa-Morena) in Spain. Part II: "The

Ordovician-Silurian boundary in Spain". *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 160 (1), 138-148.

Hammann, W. 1974. Phacopina und Cheirurina (Trilobita) aus dem Ordovizium von Spanien. *Senckenbergiana Lethaea*, 53 (1-5), 1-151.

Hammann, W. 1976. The Ordovician of the Iberian Peninsula – A review. En: Bassett, M.G. (Ed.), *The Ordovician System*. University of Wales Press and National Museum of Wales, Cardiff, 387-409.

Hammann, W., Robardet, M. & Romano, M. 1982. *The Ordovician System in southwestern Europe (France, Spain and Portugal)*. International Union of Geological Sciences, Ottawa, Publication 11, 1-47.

Haude, R. 1992. Scyphocrinoiden, die Bojen-Seelilien im höhen Silur-tiefen Devon. *Palaeontographica, Abteilung A*, 222, 141-187.

Haude, R., Jahnke, H. & Walliser, O.H. 1994. Scyphocrinoiden an der Wende Silur/Devon. *Aufschluss*, 45, 49-55.

Havlíček, V. & Štorch, P. 1990. Silurian brachiopods and benthic communities in the Prague Basin (Czechoslovakia). *Rozpravy Ústředního, ústavu geologického*, 48, 1-275.

Henke, W. 1926. Beitrag zur Geologie der Sierra Morena nördlich von La Carolina (Jaén). Mit einer Palaeontologisch-stratigraphischer Beitrag von A. Born. *Abhandlungen der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft*, 39 (2), 199-204. [Traducido al español por B. Meléndez y M.R. Fernández en 1953: Aportación a la geología de Sierra Morena en la parte norte de "La Carolina" (Jaén). Con un informe paleontológico-estratigráfico por A. Born. *Publicaciones Extranjeras sobre Geología de España*, 7 (2), 71-99].

Henke, W. & Hundt, R. 1926. Bericht über einige Graptolithenfunde in der Sierra Morena. *Abhandlungen der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft*, 39 (2), 205-213. [Traducido al español por B. Meléndez y M.R. Fernández en 1952: Informe sobre algunos hallazgos de graptolitos en Sierra Morena. *Publicaciones Extranjeras sobre Geología de España*, 6, 27-39].

Hernández-Pacheco, F. 1951. La terminación geotectónica de la Sierra de San Pedro. *XIII Congresso da Associação Portuguesa para o Progresso das Ciências*, Lisboa, 5, 333-345.

Hernández-Pacheco, F. & Ramírez y Ramírez, E. 1956. Estructura tectónica y Estratigrafía de la Sierra silúrica de Magacela (Badajoz). *Estudios Geológicos*, 12 (29-30), 7-18.

Hernández Sampelayo, P. 1926. Yacimientos de graptolítidos en la zona de Almadén. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 26 (8), 435-438.

Hernández Sampelayo, P. 1942. Explicación del Nuevo Mapa Geológico de España, Tomo II. El Sistema Siluriano. *Memorias del Instituto Geológico y Minero de España*, 45, 1-592 (fascículo 1), 595-848 (fascículo 2).



- Hernández Sampelayo, P. 1944. De la fauna Gothlandiense. *Dalmanites batalleri*, Samp.- Corrección del *Phacops longicaudatus*, Murch.- *Dalmanites longicaudatus*, enmienda de Font y Sague. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 13, 4-8.
- Hernández Sampelayo, P. 1960. Graptolítidos españoles (Recopilado por Rafael Fernández Rubio). *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 57, 3-78.
- Hernández Sampelayo, P., Sierra y Yoldi, A. de, Menéndez Puget, L. & Mata y Martí, C. 1926. *Minas de Almadén*. Guía de la Excursión B-1 del XIV Congreso Geológico Internacional, Madrid, 1-102.
- Hernández, A., Jébrak, M., Higuera, P., Oyarzun, R., Morata, D. & Munhá, J. 1999. The Almadén mercury mining district, Spain. *Mineralium Deposita*, 34, 539-548.
- Herranz Araújo, P. 1970. Nota preliminar sobre el estudio geológico de las sierras paleozoicas entre Oliva de Mérida y Hornachos (Badajoz). *Seminarios de Estratigrafía*, 6, 1-16.
- Herranz Araújo, P. 1984. Las discontinuidades estratigráficas principales en el sector central del NE de Ossa-Morena: rango y significado tectosedimentario. *Memórias e Notícias*, Universidade de Coimbra, 97, 51-80.
- Herranz Araújo, P. 1985. El Precámbrico y su cobertera paleozoica en la región centro-oriental de la provincia de Badajoz (partes I-IV). *Seminarios de Estratigrafía. Serie Monografías*, 10 (1-4), 1-1342.
- Herranz, P., Pieren, A.P. & San José, M.A. de. 1999a. El área “Lusitano-Mariánica” como una nueva Zona del Macizo Hespérico. Argumentos estratigráficos. *Actas XV Reunión de Geología del Oeste Peninsular & International Meeting on Cadomian Orogens, IGCP 376*. Diputación de Badajoz, 133-139.
- Herranz, P., Pieren, A.P. & San José, M.A. de. 1999b. The Lusitanian-Marianic area as a new zone of the Hesperian Massif. Stratigraphic arguments. *Journal of Conference Abstracts*, 4 (3), 1012-1013.
- Higuera, P.L., Oyarzun, R., Munhá, J. & Morata, D. 2000. The Almadén mercury metallogenic cluster (Ciudad Real, Spain): alkaline magmatism leading to mineralization processes at an intraplate tectonic setting. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 13 (1), 105-119.
- Higuera, P.L., Oyarzun, R., Lillo, J. & Morata, D. 2013. Intraplate mafic magmatism, degasification, and deposition of mercury: The giant Almadén mercury deposit (Spain) revisited. *Ore Geology Reviews*, 51, 93-102.
- Hoare, R.D., Mapes, R.H., Yancey, T.E. & Nestell, M.K. 1996. Late Paleozoic turrilepadid machaeridians from North America. *Acta Palaeontologica Polonica*, 41 (2), 127-145.

- Höfges, J., Kirch, P., Kumba, M. & Walter, R. 1982. Faziesuntersuchungen im Jungpräkambrium und Altpaläozoikum der Montes de Guadalupe (Zentralspanien). *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 56, 89-130.
- Högsröm, A.E.S. 1997. Machaeridians from the Upper Wenlock (Silurian) of Gotland. *Palaeontology*, 40 (3), 817-831.
- Holland, B., Stridsberg, S. & Bergström, J. 1978. Confirmation of the reconstruction of *Aptychopsis*. *Lethaia*, 11, 144.
- Holland, C.H. 1996. More aptychopsid plates (nautiloid cephalopod opercula) from the Irish Silurian. *Irish Journal of Earth Science*, 15, 91-92.
- Hutt, J.E. 1975. The Llandovery graptolites of the English Lake District. *Palaeontographical Society Monograph*, 2, 57-137.
- Hutt, J.E., Rickards, R. B. & Skevington, D. 1970. Isolated Silurian graptolites from the Bollerup and Klubbudden stages of Dalarna, Sweden. *Geologica et Palaeontologica*, 4, 1-23.
- IGME. 1971a. *Hoja nº 51 (Cáceres) del Mapa Geológico de España E.1:200.000, Síntesis de la Cartografía existente*. Preparada por la División de Geología del IGME. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 23 pp.
- IGME. 1971b. *Hoja nº 52 (Talavera de la Reina) del Mapa Geológico de España E.1:200.000, Síntesis de la Cartografía existente*. Preparada por A. Arribas, E. Jiménez, J.M. Fúster Casas y los equipos de Síntesis del IGME. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 21 pp.
- IGME. 1971c. *Hojas nº58-59 (Villarreal-Badajoz) del Mapa Geológico de España E.1:200.000, Síntesis de la Cartografía existente*. Preparada por la División de Geología del IGME. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 21 pp.
- IGME. 1971d. *Hoja nº 60 (Villanueva de la Serena) del Mapa Geológico de España E.1:200.000, Síntesis de la Cartografía existente*. Preparada por M.A. de San José Lancha y los equipos de Síntesis del IGME. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 19 pp.
- IGME. 1972. *Hoja nº 71 (Villacarrillo) del Mapa Geológico de España E.1:200.000, Síntesis de la Cartografía existente*. Preparada por C. Virgili, J.M. Fontboté y los Equipos de Síntesis del IGME. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 27 pp.
- IGME. 1982a. *Hoja nº 61 (Ciudad Real) del Mapa Geológico de España E.1:200.000, Síntesis de la Cartografía existente*. Preparada por la División de Geología del IGME. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 17 pp.
- IGME. 1982b. *Hoja nº 69 (Pozoblanco) del Mapa Geológico de España E.1:200.000, Síntesis de la Cartografía existente*. Preparada por la División de Geología del IGME. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 27 pp.
- IGME. 1982c. *Hoja nº 70 (Linares) del Mapa Geológico de España E.1:200.000, Síntesis de la Cartografía existente*. (2ª edición). Memoria preparada por J.M. Fontboté

y el Departamento de Estudios Geológicos del IGME. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 29 pp.

INGEMISA. 1981. *Investigación Geológico-Minera en el sector de Belalcázar*. Informe Geológico Interno para Minas de Almadén y Arrayanes, 137 pp. (inédito).

Insúa Márquez, M., Palero Fernández, F., Delgado Quesada, M., Fernández Ruíz, J., Sánchez Carretero, R., Liñán Guijarro, E., García Alcalde, G., Villas, E., Palacios Medrán, T., Soria Rodríguez, F.J., Carvajal Menéndez, A., Gracia Prieto, J., Olivares Talens, J. & Cantos, R. 2008. *Memoria Explicativa de la hoja N° 860 (Fuencaliente) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 79 pp.

Jaeger, H. 1975. Die Graptolithenführung im Silur/Devon des Cellon-Profiles (Karnische Alpen). *Carinthia II*, 165 (85), 111-126.

Jaeger, H. 1976. Silur und Unterdevon vom Thürisginchen Typ in Srdinien und seine regional geologische Bedeutung. *Nova Acta Leopoldina*, 45 (224), 263-399.

Jaeger, H. 1978. Graptolithen aus dem Silur der Nördlichen Grauwackenzone (Ostalpen). *Mitteilungen der österreichische, Geologischen Gesellschaft*, 69, 89-107.

Jaeger, H. 1980. Silur und Devon nördlich der Gundersheimer Alm in den Karnischen Alpen (Österreich). *Carinthia II*, 170 (90), 403-444.

Jaeger, H. 1991. Neue Standard-Graptolithenzonenfolge nach der 'Grossen Krise' an der Wenlock/Ludlow-Grenze (Silur). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 182, 303-354.

Jaeger, H. & Robardet, M. 1979. Le Silurien et le Dévonien basal dans le Nord de la province de Séville (Espagne). *Geobios*, 12, 687-714.

Jébrak, M. & Hernández, A. 1995. Tectonic deposition of Mercury in the Almaden district, Las Cuevas deposit, Spain. *Mineralium Deposita*, 30, 413-423.

Jébrak, M. & Hernández, A. 1997. Tectonic deposition of Mercury in the Almaden district, Las Cuevas deposit, Spain.- a reply. *Mineralium Deposita*, 32, 299-300.

Jones, H., Zalasiewicz, J. & Rickards, B. 2002. Clingfilm preservation of spiraliform graptolites: Evidence of organically sealed Silurian seafloors. *Geology*, 30, 343-346.

Julivert, M. & Truyols, J. 1974. Nuevos datos sobre el Ordovícico del sinclinal de Guadarranque (Cáceres). *Breviora Geologica Asturica*, 18 (4), 57-61.

Julivert, M., Fontboté, J.M., Ribeiro, A. & Conde, L. 1974. *Memoria explicativa del Mapa Tectónico de la Península Ibérica y Baleares a escala 1:1.000.000* (1972). Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 113 pp. [El trabajo fue reimpresso por el IGME en 1977 y 1980].

Kappes, A. 1991. *Erläuterungen zur Geologischen Kartierung des Gebietes N' Corral de Calatrava in der östlichen Sierra Morena (Zentral-Spanien)*. Diplomarbeit, Universität Würzburg, 144 pp. (Inéd.).

Kelch, H.J. 1957. *Stratigraphie und Tektonik der zentralen Extremadura im Bereich der westlichen Sierra de San Pedro, Spanien*. Dissertation der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, 116 pp. (Inéd.). [Resúmenes publicados en Walter (Ed., 1977), *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 42, 6-9, Anlage 2; Kelch (2008)].

Kelch, H.J. 2008. Stratigraphy and tectonics in the western Sierra de San Pedro area (Central, Extremadura, Spain) – a summary. En: Raumer, J.F. von (Ed.), *Franz Lotze (1903-1971). The doctoral theses of his students in Spain and Portugal. Abridged versions*. Instituto Universitario de Geología “Isidro Parga Pondal”. O Castro, serie Nova Terra, 36, 63-66.

Kettel, D. 1968. Zur Geologie der östlichen Sierra Morena im Grenzbereich der Provinzen Jaén, Ciudad Real und Albacete (Spanien). *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 8, 1-159.

Kettel, D. 2008. Geology of the eastern Sierra Morena at the limit of the Jaén, Ciudad Real, and Albacete provinces – a summary. En: Raumer, J.F. von (Ed.), *Franz Lotze (1903-1971). The doctoral theses of his students in Spain and Portugal. Abridged versions*. Instituto Universitario de Geología “Isidro Parga Pondal”. O Castro, serie Nova Terra, 36, 67-71.

Kindelan, J.A. 1955. Nota sobre la diferenciación del Ordoviciense de los Montes de Toledo. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 37, 93-109.

Kindelán, J., Cantos, J. & Hernández-Pacheco, F. 1949. *Mapa y Explicación de la Hoja N° 704 (Cáceres) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Primera Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 68 pp.

Kjellesvig-Waering, E.N. 1958. The genera, species and subspecies of the Family Eurypteridae, Burmeister, 1845. *Journal of Paleontology*, 32 (6), 1107-1148.

Kjellesvig-Waering, E.N. 1961. The Silurian Eurypterida of the Welsh Borderland. *Journal of Palaeontology*, 35, 789-835.

Kjellesvig-Waering, E.N. 1964. A synopsis of the Family Pterygotidae Clarke and Ruedemann, 1912 (Eurypterida). *Journal of Paleontology*, 38, 331-361.

Kjellesvig-Waering, E.N. 1979. Eurypterida. En: Jaanusson, V., Laufeld, S. & Skoglund, R. (Eds.) *Lower Wenlock Faunal and Floral Dynamics, Vattenfalllet Section, Gotland. Sveriges Geologiska Undersökning*, ser. C, 762, 121-136.

Koren', T.N. & Rickards, R. B. 1996. Taxonomy and evolution of Llandovery biserial graptoloids from the southern Urals, western Kazakhstan. *Special Papers in Palaeontology*, 54, 1-103.

Koren', T.N., Lenz, A.C., Loydell, D.K., Melchin, M.J., Štorch, P. & Teller, L. 1995-1996. Generalized graptolite zonal sequence defining Silurian time intervals for global paleogeographic studies. *Lethaia*, 28, 137-138; 29, 59-60.

- Kozłowska-Dawidziuk, A. 1995. Silurian retiolitids of the East European Platform. *Acta Palaeontologica Polonica*, 40, 261-326.
- Kříž, J. 1969. Genus *Butovicella* Kříž, 1965 in the Silurian of Bohemia. *Sborník Geologických Věd, Paleontologie*, 10, 105-139.
- Kříž, J. 1979. Silurian Cardiolidae (Bivalvia). *Sborník Geologických Věd, Paleontologie*, 22, 5-157.
- Kříž, J. 1985. Silurian Slavidae (Bivalvia). *Sborník Geologických Věd, Paleontologie*, 27, 47-111.
- Kříž, J. 1996. Silurian Bivalvia of Bohemian type from the Montagne Noire and Mouthoumet Massif, France. *Palaeontographica A*, 240, 29-63.
- Kříž, J. 1999a. Silurian and lowermost Devonian bivalves of Bohemian type from the Carnic Alps. *Abhandlungen der Geologischen Bundesanstalt*, 56 (1), 259-316.
- Kříž, J. 1999b. Bivalvia dominated communities of Bohemian type from the Silurian and Lower Devonian carbonate facies. En: Boucot, A.J. & Lawson, J.D. (Eds.). *Paleocommunities: A case study from the Silurian and Lower Devonian*. Cambridge University Press, World regional geology series 11, 229-252.
- Kříž, J. 2000. Lochkovian bivalves of Bohemian type from the eastern Anti-Atlas (Lower Devonian, Morocco). *Senckenbergiana lethaea*, 80 (2), 485-523.
- Kříž, J. 2005. Telychian (Llandovery, Silurian) Bivalves from Spain. *Palaeontology*, 48 (3), 455-477.
- Kříž, J. 2007. Origin, Evolution and classification of the new superorder Nepiomorphia (Mollusca, Bivalvia, Lower Palaeozoic). *Palaeontology*, 50 (6), 1341-1365.
- Kříž, J. 2008. A new bivalve community from the lower Ludlow of the Prague Basin (Perunica, Bohemia). *Bulletin of Geosciences*, 83 (3), 237-280.
- Kříž, J. & Bogolepova, O.K. 1995. *Cardiola signata* community (Bivalvia) in cephalopod limestones from Tajmyr (Gorstian, Silurian, Russia). *Geobios*, 28 (5), 573-583.
- Kříž, J. & Paris, F. 1982. Ludlovian, Pridolian and Lochkovian in La Meignanne (Massif Armoricaín): Biostratigraphy and correlations based on *Bivalvia* and *Chitinozoa*. *Geobios*. 15 (3), 391-421.
- Kříž, J. & Serpagli, E. 1993. Upper Silurian and lowermost Devonian Bivalvia of Boemian type from South-western Sardinia. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 32 (3), 289-347.
- Kříž, J., Frýda, J. & Galle, A. 2001. The epiplanktic anthozoan, *Kolihaia eremita* Prantl, 1946 (Cnidaria), from the Silurian of the Prague Basin (Bohemia). *Journal of the Czech Geological Society*, 46 (3-4), 239-246.
- Kříž, J., Jaeger, H., Paris, F. & Schönlaub, H.P. 1986. Pridoli, the fourth subdivision of the Silurian. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 129 (2), 291-360.

- Kříž, J., Degardin, J.M., Ferretti, A., Hansch, W., Gutiérrez-Marco, J.C., Paris, F., Piçarra d'Almeida, J.M., Robardet, M., Schönlaub, H.P. & Serpagli, E. 2003. Silurian stratigraphy and paleogeography of Gondwanan and Peruvian Europe. En: Landing, E. & Johnson, M.E. (Eds.), *Silurian lands and seas. Paleogeography outside of Laurentia. New York State Museum Bulletin*, 493, 105-178.
- Kuss, H. 1878. Mémoire sur les Mines et Usines d'Almaden. *Annales des Mines (7<sup>a</sup> serie)*, 13, 39-151.
- Lamsdell, J.C. & Braddy, S.J. 2010. Cope's Rule and Romer's theory: patterns of diversity and gigantism in eurypterids and Palaeozoic vertebrates. *Biology Letters*, 6, 265-269.
- Lapworth, C. 1880. On new British Graptolites. *Annals and Magazine of Natural History* (5) 5, 149-177.
- Lauret, J. 1974. *Recherches géologiques et minières dans la région d'Almaden-Almadenejos (Espagne)*. Inédit. Thèse 3ème cycle, Orsay, 149 p.
- Laursen, D. 1940. Cyrtograptus skiffreni paa Bornholm. 1 Øleaa. *Danmarks Geologiske Undersøgelse*, 64 (2), 1-30.
- Le Play, M.F. 1834. "Observations sur l'Estramadure et le nord d'Andalousie, et essai d'une carte géologique de cette contrée". *Annales des Mines*, 3<sup>a</sup> serie 5, 175-236.
- Legrand, P.H. 1993. A propos d'un Niveau à *Neodiplograptus* dans le Silurien inférieur à l'est de Ouallene, Asejrad (Sahara Algérien). Implications Stratigraphiques et Paléogéographiques. En: *118 Congrès national des Sociétés historiques et scientifiques, 4<sup>ème</sup> colloque sur la Géologie africaine, Pau*, 409-424.
- Lenz, A.C. 1982. Llandoveryan graptolites of the Northern Canadian Cordillera: *Petalograptus*, *Cephalograptus*, *Rhaphidograptus*, *Dimorphograptus*, Retiolitidae, and Monograptidae. *Life Sciences Contributions, Royal Ontario Museum*, 130, 154 pp.
- Lenz, A.C. 1993. Late Wenlock and Ludlow (Silurian) Plectograptinae (retiolitid graptolites), Cape Phillips Formation, Arctic Canada. *Bulletins of American Paleontology*, 104 (342), 1-52.
- Lenz, A.C. & Kozłowska-Dawidziuk, A. 2004. *Ludlow and Pridoli (Upper Silurian) Graptolites from the Arctic Islands, Canada*. Ottawa: National Research Council Research Press, 141 pp.
- Lenz, A.C. & Kozłowska, A. 2007. New and unusual upper Llandovery graptolites from Arctic Canada. *Acta Palaeontologica Polonica*, 52 (3), 489-502.
- Lenz, A.C. & Melchin, M.J. 1991. Wenlock (Silurian) graptolites, Cape Phillips Formation, Canadian Arctic Islands. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Science*, 82, 211-237.
- Lenz, A.C. & Melchin, M.J. 1997. Phylogenetic analysis of the Silurian Retiolitidae. *Lethaia*, 29, 301-309.

Lenz, A.C. & Melchin, M.J. 2008. Convergent evolution of two Silurian graptolites. *Acta Palaeontologica Polonica*, 53 (3), 449-460.

Lenz, A.C., Cuerda, A. & Peralta, S. 2003. Graptolites from the upper Llandovery of the Talacasto area, Central Precordillera, San Juan, Argentina. *Journal of Palaeontology*, 77(6), 1198-1202.

Lenz, A.C., Senior, S., Kozłowska, A. & Melchin, M.J. 2012. Graptolites from the Mid Wenlock (Silurian), Middle and Upper Sheinwoodian, Arctic Canada. *Palaeontographica Canadiana*, 32, 93 pp.

Leyva Cabello, F., Matas González, J., Jerez Mir, F., Cabra Gil, P., Gutiérrez Marco, J.C. & Rodríguez González, R.M<sup>a</sup>. 2009. *Memoria Explicativa de la hoja N° 840 (Bienservida) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 128 pp.

Li, G-X., Zhu, M-Y., Van Iten, H. & Li, C-W. 2004. Occurrence of the earliest known *Sphenothallus* Hall in the Lower Cambrian of Southern Shaanxi Province, China. *Geobios*, 37 (2), 229-237.

López Díaz, F. 1991. Características de la primera fase (distensiva) hercínica en la Sierra de San Pedro (Cáceres-Badajoz). *Cuadernos do Laboratorio Xeolóxico de Laxe*, 16, 53-63.

López Sopeña, F., Huerta Carmona, J., Matía Villarino, G. & del Olmo Sanz, A. 2003. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja N° 752 (Mirandilla) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 63 pp.

López Sopeña, F., Matía Villarino, G. & del Olmo Sanz, A. 2005. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja N° 753 (Miajadas) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 58 pp.

López Sopeña, F., Hernández Samaniego, A., Matía Villarino, G. & Ramírez Merino, J.I. 2008. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 778 (Don Benito) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 52 pp.

Lorenzo, S.E. & Gutiérrez-Marco, J.C. 2009. Occurrence and 3D-preservation of Llandovery graptolites in the Criadero Quartzite of the Almadén mining district (Spain). En: Corrigan, M.G. & Piras, S. (Eds.), Time and life in the Silurian: a multidisciplinary approach. *Rendiconti della Società Paleontologica Italiana*, 3 (3), 311-312.

Lorenzo Álvarez, S., Martín Herrero, D. & Valverde Hernández, M.F. 2005a. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 806 (Cabeza del Buey) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 102 pp.

Lorenzo Álvarez, S., Martín Herrero, D. & Valverde Hernández, M.F. 2005b. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 807 (Chillón) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 113 pp.

- Lorenzo, S., Villas, E. & Gutiérrez-Marco, J.C. 1997. Un nuevo registro de la fauna de Hirnantia en la Península Ibérica. Implicaciones sobre la paleogeografía del N de Gondwana durante el Ordovícico terminal. En: Grandal d'Anglade, A., Gutiérrez-Marco J.C. & Santos Fidalgo, L. (Eds.), *XIII Jornadas de Paleontología*, Libro de Resúmenes y Excursiones, 89-90.
- Lorenzo, S.E., Gutiérrez-Marco, J.C. & Rábano, I. 2009. Silurian geohéritage of the Almadén Mining Park (central Spain). En: Corrigan, M.G. & Piras, S. (Eds.), *Time and life in the Silurian: a multidisciplinary approach. Rendiconti della Società Paleontologica Italiana*, 3 (3), 313-314.
- Lotze, F. 1945. Zur Gliederung der Varisziden der Iberischen Meseta. *Geotektonische Forschungen*, 6, 78-92 (Traducción española por J. M. Ríos, 1950. Observaciones respecto a la división de los variscidos de la Meseta Ibérica. *Publicaciones Extranjeras sobre la Geología de España*, 5, 149-166).
- Loydell, D.K. 1990a. On the graptolites described by Baily (1871) from the Silurian of Northern Ireland and the genus *Streptograptus* Yin. *Palaeontology*, 33 (4), 937-943.
- Loydell, D.K. 1990b. On the type material of the Llandovery (Silurian) graptoloid *Monograptus pseudobeckii* Bouček, B. & Přibyl, A., 1942 and the species' biostratigraphical importance. *Scottish Journal of Geology*, 26 (2), 119-123.
- Loydell, D.K. 1991. The biostratigraphy and formational relationships of the upper Aeronian and lower Telychian (Llandovery, Silurian) formations of western mid-Wales. *Geological Journal*, 26, 209-244.
- Loydell, D.K. 1992. Upper Aeronian and Lower Telychian (Llandovery) graptolites from western mid-Wales. Part 1. *Monograph of the Palaeontographical Society*, 146 (589), 1-55.
- Loydell, D.K. 1993a. Upper Aeronian and Lower Telychian (Llandovery) graptolites from western mid-Wales. Part 2. *Monograph of the Palaeontographical Society London*, 147 (592), 55-180.
- Loydell, D.K. 1993b. Worldwide correlation of Telychian (Upper Llandovery) strata using graptolites. En: Hailwood, E.A. & Kidd, R.B. (Eds.), *High Resolution Stratigraph*, Geological Society Special Publications, 70, 323-340.
- Loydell, D. K. 1994. Early Telychian changes in graptolite diversity and sea level. *Geological Journal*, 29, 355-368.
- Loydell, D.K. 1996. *Globosograptus* Bouček and Přibyl in Přibyl, 1948 (Silurian; Graptoloidea) is a synonym of *Streptograptus* Yin, 1937. *Journal of Palaeontology*, 70 (5), 891-892.
- Loydell, D.K. 1998. Early Silurian sea-level changes. *Geological Magazine*, 135, 447-71.



- Loydell, D.K. 2003. Late Telychian graptolites of the Rauchkofel section (Central Carnic Alps, Austria). *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 143 (1), 57-61.
- Loydell, D.K. 2012. Graptolite biozone correlation charts. *Geological Magazine*, 149 (1), 124-132.
- Loydell, D.K. & Cave, R. 1994. Pseudovirgular development in the Llandovery graptolite *Cochlograptus veles*. *Geobios*, 27 (5), 609-613.
- Loydell, D.K. & Cave, R. 1996. The Llandovery-Wenlock boundary and related stratigraphy in eastern mid-Wales with special references to the Banwy River section. *Newsletters on Stratigraphy*, 34 (1), 39-64.
- Loydell D.K. & Maletz, J. 2002. Isolated 'Monograptus' *gemmatus* from the Silurian of Osmundsberget, Sweden. *GFF*, 124, 193-196.
- Loydell D.K. & Maletz, J. 2004. The Silurian graptolite genera *Streptograptus* and *Pseudostreptograptus*. *Journal of Systematic Palaeontology*, 2 (2), 65-93.
- Loydell, D.K. & Maletz, J. 2009. Isolated graptolites from the *Lituigraptus convolutus* biozone (Silurian, Llandovery) of Dalarna, Sweden. *Palaeontology*, 52 (2), 273-296.
- Loydell, D.K. & Nestor, V. 2006. Isolated graptolites from the Telychian (Upper Llandovery) of Latvia and Estonia. *Palaeontology*, 49 (3), 585-619.
- Loydell, D.K., Männik, P. & Nestor, V. 2003. Integrated biostratigraphy of the lower Silurian of the Aizpute-41 core, Latvia. *Geological Magazine*, 140, 205-229.
- Loydell, D.K., Štorch, P. & Bates, D. E. B. 1997. Revision of the Silurian graptolite genus *Retiolites*. *Palaeontology*, 40 (3), 747-762.
- Loydell, D.K., Štorch, P. & Melchin, M. J. 1993. Taxonomy, evolution and biostratigraphical importance of the Llandovery graptolite *Spirograptus*. *Palaeontology*, 36 (4), 909-926.
- Loydell, D.K., Sarmiento, G.N., Štorch, P. & Gutiérrez-Marco, J.C. 2009. Graptolite and conodont biostratigraphy of the upper Telychian-lower Sheinwoodian (Llandovery-Wenlock) strata, Jabalón river section, Corral de Calatrava, central Spain. *Geological Magazine*, 146, 187-198.
- Lozac'h, Y. & Vidal, M. 1976. *Etude géologique de la terminaison occidentale de la vallée de l'Alcudia, province de Badajoz. Espagne*. Thèse 3è cycle, Orsay, 160 pp. (Inédito).
- Lucas, S.C. 1986. Proper syntax when using aff. and cf. in taxonomic literature. *Journal of Vertebrate Palaeontology*, 6, 202.
- Lüning, S., Loydell, D.K., Sutcliffe, O., Ait Salem, A., Zanella, E., Craig, J. & Harper, D.A.T. 2000. Silurian-Lower Devonian black shales in Morocco: which are the organically richest horizons? *Journal of Petroleum Geology*, 23 (3), 293-311.

- Maass, R. 1958. *Stratigraphie und Tektonik im Raum nordöstlich von Córdoba*. Dissertation der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, 201 pp. (Inédito). [Resúmenes publicados en Walter (Ed., 1977), *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 42, 43-49, Anlage 14; Maass (2008)].
- Maass, R. 1961. Die Geologie, insbesondere das Devon, im Bereich der Orte Castuera-Cabeza del Buey-Monterrubio (Extremadura, Südsanien). *Akademie der Wissenschaften und der Literatur. Abhandlungen der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Klasse*, 1961 (2), 1-84.
- Maass, R. 1963. Geologische Beobachtungen in der östlichen Extremadura (Spanien). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen*, 117, 185-207.
- Maass, R. 2008. Stratigraphy and tectonics in the northeast of Córdoba – a re-appraisal of its geological evolution. En: Raumer, J.F. von (Ed.), *Franz Lotze (1903-1971). The doctoral theses of his students in Spain and Portugal. Abridged versions*. Instituto Universitario de Geología “Isidro Parga Pondal”. O Castro, serie Nova Terra, 36, 73-80.
- Machens, E. 1954. *Stratigraphie und Tektonik der südöstlichen Iberischen Meseta im Bereich des oberen Guadiana*. Dissertation der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, 173 pp. (Inédito). [Resúmenes publicados en Walter (Ed., 1977), *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 42, 37-39, Anlage 12; Machens (2008)].
- Machens, E. 2008. Stratigraphy and tectonics in the upper part of the Guadiana river (southeastern Iberian Meseta) – a summary. En: Raumer, J.F. von (Ed.), *Franz Lotze (1903-1971). The doctoral theses of his students in Spain and Portugal. Abridged versions*. Instituto Universitario de Geología “Isidro Parga Pondal”. O Castro, serie Nova Terra, 36, 81-84.
- Malaise, C., 1897. Découverte de graptolithes à Almaden, province de Ciudad-Real, Espagne. *Bulletin de la Société Géologique de Belgique*, 24, 26.
- Maletz, J., Carlucci, J. & Mitchell, E. 2009. Graptoloid cladistics, taxonomy and phylogeny. *Bulletin of Geosciences*, 84(1), 7-19.
- Maletz, J., Königshof, P., Meço, S. & Schindler, E. 1998. Late Wenlock to Early Ludlow graptolites from Albania. *Senckenbergiana lethaea*, 78(1), 141-151.
- Mallada, L. 1875a. Sinopsis de las especies fósiles que se han encontrado en España. Introducción. Terreno Paleozoico. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 2, 1-160.
- Mallada, L. 1875b. Notas sobre la composición geológica de la provincia de Cáceres. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 2 (Actas), 91-98.
- Mallada, L. 1884. Reconocimiento geológico de la provincia de Jaén. *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, 11, 1-55.

- Mallada, L. 1896. Explicación del Mapa Geológico de España. Tomo II. Sistemas Cambriano y Siluriano. *Memoria de la Comisión del mapa Geológico de España*, 20, 515 pp.
- Manck, E. 1925. Grosskolonie von *Diplograptus acuminatus* Nich. und *Monograptus lobiferus* M'Coy mit Schwimmblasen. *Zentralblatt für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, B. Geologie und Paläontologie*, 6, 171-174.
- Manck, E. 1926. Über den inneren Bau der Graptolithen; Schwimmblasen und Gonotheken. *Beiträge zur Geologie von Thüringen*, 5, 21-29.
- Márquez Triguero, E. 1961. Estratigrafía del Paleozoico en la región del río Guadalmez: aportación a la geología de Sierra Morena en la parte norte del Valle de los Pedroches. *Estudios Geológicos*, 17, 187-201.
- Márquez Triguero, F. 1963. Nueva división del Silúrico de Almadén. *Notas y Comunicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, 72, 199-218.
- Martín Herrero, D., Bascones Alvira, L. & Ugidos Meana, J.M. 1987. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 623 (Malpartida de Plasencia) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 60 pp.
- Martín Parra, L.M., González Lodeiro, F., Martínez Poyatos, D. & Matas, J. 2006. The Puente Génave-Castelo de Vide Shear Zone (southern Central Iberian Zone, Iberian Massif): geometry, kinematics and regional implications. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 177 (4), 191-202.
- Martínez Catalán, J.R., Martínez Poyatos, D. & Bea, F. 2004. Zona Centroibérica. Introducción. En: Vera, J.A. (Ed.), *Geología de España*. Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 68-69.
- Martínez Poyatos, D.J. 2002. *Estructura del borde meridional de la Zona Centroibérica y su relación con el contacto entre las zonas Centroibérica y de Ossa-Morena*. Edición de Castro, A Coruña, serie Nova Terra, 18, 295 pp.
- Martínez Poyatos, D., Gutiérrez-Marco, J.C., Pardo Alonso, M.V., Rábano, I. & Sarmiento G. 2004a. La secuencia paleozoica postcámbrica (Dominio del Complejo Esquisto-grauváquico). En: Vera, J.A. (Ed.), *Geología de España*. Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 81-83.
- Martínez Poyatos, D., Díez Balda, M.A., Macaya, J., González Lodeiro, F., Martínez Catalán, J.R. & Vegas, R. 2004b. El acortamiento varisco inicial (Estructura, Dominio del Complejo Esquisto-grauváquico). En: Vera, J.A. (Ed.), *Geología de España*. Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 84-87.
- Matas, J., Moreno, F. & Leyva, F. 2005. *Memoria Explicativa de la hoja N° 755 (Navalvillar de Pela) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 127 pp.

Matas González, J., Leyva Cabello, F., Cabra Gil, P., Gutiérrez Marco, J.C., Rodríguez González, R.M<sup>a</sup>. & Granados Granados, L.F. 2009a. *Memoria Explicativa de la hoja N° 839 (Torre de Juan Abad) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 124 pp.

Matas González, J., Leyva Cabello, F., Cabra Gil, P., Granados Granados, L.F., Gutiérrez Marco, J.C. & Rodríguez González, R.M<sup>a</sup>. 2009b. *Memoria Explicativa de la hoja N° 864 (Venta de los Santos) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 122 pp.

Matas, J., Martín Parra, L.M. & Montes Santiago, M.J. 2014. Un olistostroma con cantos y bloques del Paleozoico inferior en la cuenca carbonífera del Guadalmellato (Córdoba). Parte I: Estratigrafía y marco geodinámico varisco. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 27(1), 9-24.

Matthews, S.C. 1973. Notes on open nomenclature and on synonymy lists. *Palaeontology*, 16 (4), 713-719.

Meinken, W. 1995. *Stratigraphie und Tektonik des Paläozoikums im Raum Alange (provinz Badajoz, Spanien)*. Diplomarbeit Universität Freiburg, 67 p. (inéd.).

Melchin, M.J. 1989. Llandovery graptolite biostratigraphy and palaeogeography, Cape Phillips Formation, Canadian Arctic Islands. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 26, 1726-1746.

Melchin, M.J. 1998. Morphology and phylogeny of some early Silurian Diplograptid genera from Cornwallis Island, Arctic Canada. *Palaeontology*, 41 (2), 263-315.

Melchin, M.J. 2007. Biostratigraphic and paleobiogeographic significance of some Aeronian (Lower Silurian) graptolites from the Arisaig Group, Nova Scotia, Canada. *Acta Palaeontologica Sinica*, 46 (Suppl.), 311-319.

Melchin, M.J. & MacRae, R.A. 2005. *The Stratigraphy and Paleontology of the Ordovician-Silurian Arisaig Group, Nova Scotia*. North American Paleontology Convention, Halifax, Nova Scotia, Field Trip Guidebook, 1-33.

Melchin, M.J.; Cooper, R.A. & Sadler, P.M. 2004. The Silurian Period. En: Gradstein, G., Ogg, J. & Smith, A. (Eds.). *A Geologic Time Scale 2004*, 188-201.

Melchin, M.J., Koren', N. & Štorch, P. 1998. Global diversity and survivorship patterns of Silurian graptoloids. *New York State Museum Bulletin*, 491, 165-182.

Melchin, M.J., Mitchell, C.E., Naczk-Cameron, A., Fan, J.X & Loxton, J. 2011. Phylogeny and adaptive radiation of the Neograptina (Graptoloida) during in the Hirnantian Mass Extinction and Silurian recovery. *Proceedings of the Yorkshire Geology Society*, 58 (4), 281-309.

Meléndez, B. 1982. *Paleontología. Tomo I. Parte general e invertebrados*. Tercera edición revisada y ampliada. Editorial Paraninfo. Madrid, 722 pp.

Meneghini, G. 1857. Paléontologie de l'île de Sardaigne. En: La Marmora, A. (Ed.), *Voyage en Sardaigne*, Imprimerie Royale, Turin, 54-144.

- Menéndez, S. & Rábano, I. 2010. Fósiles de Extremadura en la colección paleontológica histórica del Museo Geominero (Instituto Geológico y Minero de España, Madrid): catálogo y puesta en valor. *Boletín Geológico y Minero*, 121 (2), 169-178.
- Mingarro Martín, F. 1959. Significado genético del Guadiana entre Cijara y Alarcos. *Estudios Geológicos*, 25 (41-44), 283-291.
- Mira López, M., Rodríguez Pevida, L.S. & Ortega Gironés, E. 1987. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 834 (San Benito) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 51 p.
- Mitchell, C.E. 1987. Evolution and Phylogenetic Classification of the Diplograptacea. *Palaeontology*, 30(2), 353-405.
- Mitchell, C.E., Goldman, D., Klosterman, S.L., Maletz, J., Sheets, H.D. & Melchin, M. J. 2007. Phylogeny of the Ordovician Diplograptoida. *Acta Palaeontologica Sinica*, 46 (supl.), 332-339.
- Mitchell, C.E., Maletz, J. & Goldman, D. 2009. What is *Diplograptus*? *Bulletin of Geosciences*, 84 (1), 27-34.
- Mitchell, C.E., Melchin, M.J., Cameron, C.B. & Maletz, J. 2013. Phylogenetic analysis reveals that *Rhabdopleura* is an extant graptolite. *Lethaia*, 46, 34-56.
- Molina Cámara, J.M. & Fernández Carrasco, J. 1987. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 782 (Valdemanco de Esteras) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 48 pp.
- Monteserín López, V. & López, M.J. 1985. *Memoria Explicativa de la hoja N° 682 (Sevilleja de la Jara) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 45 pp.
- Monteserín López, V. & Pérez Rojas, A. 1985. *Memoria Explicativa de la hoja N° 653 (Valdeverdeja) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 64 pp.
- Monteserín López, V. & Pérez Rojas, A. 1987. *Memoria Explicativa de la hoja N° 652 (Jaraicejo) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, Madrid, 46 pp.
- Monteserín López, V., López Díaz, F., Rubio Pascual, F.J. & Martín-Serrano García, A. 2007. *Memoria Explicativa de la hoja N° 728 (Puebla de Obando) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 63 pp.
- Monteserín López, V., López Díaz, F., Rubio Pascual, F.J. & Martín-Serrano García, A. 2008a. *Memoria Explicativa de la hoja N° 729 (Alcuéscar) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 68 pp.

Monteserín López, V., Nozal Martín, F., López Díaz, F., Rubio Pascual, F.J. & Martín-Serrano García, A. 2008b. *Memoria explicativa de la hoja N° 734 (Villarta de los Montes) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 70 pp.

Monteserín López, V., Nozal Martín, F., López Díaz, F., Rubio Pascual, F.J. & Martín-Serrano García, A. 2008c. *Memoria explicativa de la hoja N° 735 (El Robledo) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 67 pp.

Moreno Gutiérrez, F., Llamas Borrajo, J.F., Alcántara Pedreira, R., Monseur Lespagnard, G. & Mazadiego Martínez, L.F. 1987. Caracterización de la materia orgánica contenida en la “Cuarcita del Criadero” de Almadén por pirolisis Rock-Eval. *Boletín Geológico y Minero de España*, 98 (5), 699-704.

Moreno, F., Matas, J. & Leyva, F. 2004. *Memoria Explicativa de la hoja N° 732 (Valdecaballeros) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 130 pp.

Mu, E-z., Li, J-j., Ke, M-y., Lin, Y-k. & Ni, Y-n. 2002. *Fossil graptolites of China*. Science Press, Beijing, 1-1205.

Murchison, R.I. 1850. Notice on the Geological Structure of Spain, to explain an Outline General Map of the Peninsula. By M.E. de Verneuil. *Report of the 20<sup>th</sup> meeting of the British Association*, 108, 1-4.

Neal, M.L. & Hannibal, J.T. 2000. Paleoecologic and taxonomic implications of *Sphenothallus*-like specimens from Ohio and areas adjacent to Ohio. *Journal of Paleontology*, 74 (3), 369-380.

Nozal Martín, F. & Pérez Rojas, A. 1985a. *Memoria Explicativa de la hoja N° 681 (Castañar de Ibor) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 45 pp.

Nozal Martín, F. & Pérez Rojas, A. 1985b. *Memoria Explicativa de la hoja N° 708 (Minas de Santa Quiteria) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 40 pp.

Ogg, J.G., Ogg, G. & Gradstein, F.M. 2008. *The Concise Geologic Time Scale*. Cambridge University Press, Cambridge, 177 pp.

Olivé Davó, A., Portero García, J.M., Álvaro López, M., Pieren Pidal, A., Aguilar, M.J., Dabrio, C. & Nozal, F. 1989. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 756 (Herrera del Duque) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Madrid, 92 p.

Ortega, E. 1997. Comments on the paper by M. Jébrak and A. Hernández: Tectonic deposition of mercury in the Almadén District, Las Cuevas Deposit, Spain. *Mineralium Deposita*, 32, 296-298.

Ortega Gironés, E. & Hernández Sobrino, A. 1992. The mercury deposits of the Almadén syncline, Spain. *Chronique de la Recherche Minière*, 506, 3-24.

- Orviz Castro, F., Castelló Montorí, R. & Martínez del Olmo, W. 1976. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja N° 885 (Santisteban del Puerto) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 41 pp.
- Palacios Medrano, T., Jensen, S., Eguiluz, L., Apalategui, O., Martí Mus, M., Martínez-Torres, L.M., Carracedo, M., Gil Ibarguchi, J.I., Sarrioniandia, F., Lobo, P.J. & Junguito, I. 2010. *Mapa y memoria del Mapa Geológico de Extremadura a escala 1:250.000*. Consejería de Industria, Energía y Medio Ambiente, Junta de Extremadura. Mérida, 218 pp.
- Palero, F. 1991. *Evolución geotectónica y yacimientos minerales de la región del valle de Alcudia (Sector Meridional de la Zona Centroibérica)*. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca, 827 pp.
- Palero Fernández, F.J. 1992. La sucesión paleozoica y estructura del sinclinal de Solana del Pino. *Estudios Geológicos*, 48 (5-6), 341-352.
- Palero Fernández, F.J. 2013. The geological singularities of a world-wide patrimony: The giant mercury deposits of Almadén (Spain). *Seminarios de la Sociedad Española de Mineralogía*, 10, 95-111.
- Palmer, D. & Rickards, B. (Eds.) 1991. *Graptolites. Writing in the rocks*. Fossils Illustrated, vol. 1. The Boydell Press, Woodbridge, 182 p.
- Pardo Alonso, M.V. 1997. *Geología del Devónico meridional de la Zona Centroibérica*. Tesis Doctoral, Universidad de Oviedo, 472 pp. (inédita).
- Pardo Alonso, M.V. 1998. Update on the Silurian-Devonian transition in the Almadén area, Central-Iberian Zone, Spain. En: Gutiérrez-Marco, J.C. & Rábano, I. (Eds.), *Proceedings Sixth International Graptolite Conference & 1998 Field Meeting of the IUGS Subcommittee on Silurian Stratigraphy. Temas Geológico-Mineros ITGE*, 23, 110-114.
- Pardo, M.V. & García-Alcalde, J.L. 1984. Biostratigrafía del Devónico de la región de Almadén (Ciudad Real, España). *Trabajos de Geología*, Oviedo, 14, 79-120.
- Pardo Alonso, M.V. & García-Alcalde, J.L. 1996. El Devónico de la Zona Centroibérica. *Revista Española de Paleontología*, N° extraordinario en homenaje a J. Truyols, 72-81.
- Pardo Alonso, M.V. & Valenzuela-Ríos, J.I. 2006. Estratigrafía y estructura de las series devónicas de la zona del Zújar (provincias de Badajoz y Córdoba, Dominio Obejo-Valsequillo-Puebla de la Reina). En: Fernández-Martínez, E. (Ed.), *Libro de resúmenes*, XXII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología y simposios de los proyectos PICG 493, 503, 499 y 467, Universidad de León, 229-231.
- Parga Pondal, I., Parga Peinador, X.R., Vegas, R. & Marcos, A. 1982. *Mapa Xeolóxico do Macizo Hespérico. Escala 1:500.000*. Notas explicativas por I. Parga Pondal, R. Vegas y A. Marcos, 19 p. Publicacións da Área de Xeoloxía e Minería do Seminario de Estudos Galegos, O Castro.

- Paris, F., Rickards, B. & Skevington, D. 1980. Les assemblages de graptolites du Llandovery dans le synclinorium du Ménez-Bélair (Massif Armorican). *Geobios*, 13, 153-71.
- Peel, J.S. 1978. Faunal succession and mode of life of Silurian gastropods in the Arisaig Group, Nova Scotia. *Palaentology*, 21, 285-306.
- Peel, J.S. 1991. Functional morphology, evolution and systematic of Early palaeozoic univalved mollusks. *Grønlands Geologiske Undersøgelse*, 161, 1-116.
- Peel, J.S. 1993. Muscle scars and mode of life of *Carinaropsis* (Bellerophontoidea; Gastropods) from the Ordovician of Tennessee. *Journal of Palaeontology*, 67, 528-534.
- Péran, M. 1971. *Contribution à l'étude de la géologie de la région de Venta de los Santos (Jaén), Espagne*. Thèse 3ème cycle, Université de Paris-Sud, Orsay, 73 pp.
- Perdigão, J.C. 1967. Os graptolitos e fauna associada da região de Portalegre. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 52, 65-78.
- Perdigão, J.C. 1973. A fauna dos grés e quartzitos silúrico-devónicos de Portalegre e a sua posição estratigráfica. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 56, 5-32.
- Perdigão, J.C. & Peinador Fernandes, A. 1976. *Carta Geológica de Portugal na Escala 1/50 000. Notícia explicativa da Folha 29-C (Marvão)*. Direcção Geral de Geologia e Minas, Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 18 pp.
- Pérez Lorente, F. 1979. Geología de la Zona Ossa-Morena al N de Córdoba (Pozoblanco-Bélmez-Villaviciosa de Córdoba). *Tesis Doctorales Universidad de Granada*, 281, 345 pp.
- Perner, J. 1899. *Études sur les Graptolites de Bohême. IIIième Partie B: Monographie des Graptolites de L'Étage E. Section a*, 1-24. *Palaeontographica Bohemiae*, Prague.
- Perrier, V. 2012. An atypical Silurian myodocope ostracod from the Armorican Massif, France. *Acta Palaeontologica Polonica*, 57 (2), 363-373.
- Perrier, V. & Siveter, D.J. 2013. Testing Silurian palaeogeography using 'European' ostracod faunas. En: Harper, D. A. T. & Servais, T. (Eds.) *Early Palaeozoic Biogeography and Palaeogeography*. Geological Society, London, Memoirs, 38, 355-364.
- Perrier, V., Vannier, J. & Siveter, D.J. 2007. The Silurian pelagic myodocope ostracod *Richteria migrans*. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences*, 98, 151-163.
- Perrier, V., Vannier, J. & Siveter, D.J. 2011. Silurian bolbozoids and cypridinids (Myodocopa) from Europe: pioneer pelagic ostracods. *Palaeontology*, 54 (6), 1361-1391.



- Philippot, A. 1950. Les Graptolites du Massif Armoricaín. Étude stratigraphique et Paléontologique. *Mémoires de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne*, 8, 295 pp.
- Philippot, A. & Riba, O. 1952. Sur la faune graptolitique de la Sierra d' Albarracín (Chaîne Ibérique). *Comptes Rendus Sommaires des Séances de la Société Géologique de France* 1952 (5), 74-75.
- Pieren, A. 1986. Mobilité du bassin sédimentaire au Silurien inférieur dans le synclinal de Herrera del Duque (Badajoz, España). *Comptes Rendus 11ème Réunion Annuel des Sciences de la Terre*, Clermont-Ferrand, 1, 148.
- Pieren Pidal, A. 1985. *Estudio estratigráfico de los materiales anteordovícicos del anticlinorio de Agudo-Valdemanco y de los materiales paleozoicos del sinclinal de Herrera del Duque*. Tesis de Licenciatura, Universidad Complutense de Madrid, 225 pp. (inérito).
- Pieren Pidal, A. & Gutiérrez-Marco, J.C. 1990. Datos biostratigráficos de los materiales silúricos del sinclinal de Herrera del Duque (Badajoz). *Geogaceta*, 8, 58-61.
- Piles, E., Portero García, J.M., Álvaro López, M., Nozal Martín, F., Picart Boira, J & Dabrio González, C. 1989. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 733 (Castilblanco) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Madrid, 89 pp.
- Pineda Velasco, A., Portero García, J.M. & Álvaro López, M. 1989. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 757 (Puebla de Don Rodrigo) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Madrid, 81 pp.
- Piras, S., Simonetto, L. & Corradini, C. 2007. I graptoliti siluriani della collezione "M. Gortani" del Museo Paleontologico "D. Lovisato" dell'Università degli studi di Cagliari. *Gortania (Atti del Museo Friulano di Storia Naturale)*, 29, 9-28.
- Piras, S., Corradini, C. & Simonetto, L. 2011. Wenlockian (Silurian) graptolites from "La Valute Nord" section (Mt. Zermula, Carnic Alps, NE Italy). *Gortania. Geologia, Paleontologia, Paleontologia*, 33, 5-14.
- Piçarra, J.M. 2003. Silurian graptolite biostratigraphy of Portugal: an overview with notes on the Portuguese "Sardic" fauna. En: Ortega, G. & Aceñolaza, G.F. (Eds.), *Proceedings 7th IGC-FMSSS. INSUGEO, Serie Correlación Geológica*, 18, 157-163.
- Piçarra, J.M. 2007. Silurian stratigraphy and fauna (graptolites) of the southern part of Central Iberian Zone (Portugal). *Acta Palaeontologica Sinica*, 46 (Suppl.), 393-396.
- Piçarra, J.M. & Oliveira, J.T. 2002. Novos dados biostratigráficos (Graptólitos) no Silúrico do sinclinal de Portalegre (Zona Centro Ibérica-Portugal). *Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología/II Congreso Ibérico de Paleontología*, Salamanca, Resúmenes, 124-125.

- Piçarra, J.M., Gutiérrez-Marco, J.C., Lenz, A.C. & Robardet, M. 1998. Prídoli graptolites from the Iberian Peninsula: a review of previous data and new records. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 35 (1), 65-75.
- Piçarra, J.M., Romão, J.C., Gutiérrez-Marco, J.C. & Oliveira, J.T. 1999. Preliminary note on the Ordovician-Silurian stratigraphic sequence of the Serra de São Mamede region, southern border of the Central Iberian Zone, Portugal. *XV Reunión de Geología del Oeste Peninsular, Journal of Conference Abstracts*, 4 (3), 1018.
- Plotnick, R.E. 1997. Habitat of Llandoveryan-Lochkovian eurypterids. En: Boucot, A.J. & Lawson, J.D. (Eds.), *Palaeocommunities - a case study from the Silurian and Lower Devonian*. Cambridge University Press, World and Regional Geology Series, 11, 106-131.
- Pojeta, J.Jr. & Norford, B.S. 1987. A Bohemian-type Silurian (Ewnlockian) pelecypod faunule from Arctic Canada. *Journal of Paleontology*, 61 (3), 508-520.
- Pojeta, J.Jr., Kříž, J. & Berdan, J.M. 1976. Silurian-Devonian pelecypods and Paleozoic stratigraphy of subsurface rocks in Florida and Georgia and related Silurian pelecypods from Bolivia and Turkey. *Geological Survey Professional Papers*, 879, 1-29.
- Portero García, J.M. & Dabrio González, C. 1988. Evolución tectosedimentaria del Ordovícico y el Silúrico de los Montes de Toledo meridionales y Campo de Calatrava. *Comunicaciones del II Congreso Geológico de España*, Granada, 1, 161-164.
- Portero García, J.M., Ancochea, E., Gallardo, J.L. & Pérez-González, A. 1988. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 784 (Ciudad Real) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 101 pp.
- Poupon, G. 1971. *Contribution à l'étude géologique de la région d'Aldequemada (Jaën) Espagne*. Thèse 3ème cycle, Université de Paris-Sud, Orsay, 60 pp.
- Prado, C. de. 1855. Mémoire sur la Géologie d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Tolède. *Bulletin de la Société Géologique de France (2<sup>a</sup> série)*, 12, 182-204.
- Prado, C. de. 1858. Lettre à M. de Verneuil sur le terrain silurien des Asturies. *Bulletin de la Société Géologique de France (2<sup>a</sup> série)*, 15, 91-93.
- Prantl, F. 1946. *Kolihaia eremita* n. gen. n. sp. (Annel. Tubicola) ze středočeského. *Věstník Královské České Společnosti Nauk. Třída Matematicko-Přírodovědecká*, 1946 (24), 1-12.
- Prantl, F. & Příbyl, A. 1948. Revise různorepých (Eurypterida) z českého siluru. *Rozpravy Státního Geologického Ústavu Republiky Československé*, 10, 116 pp.
- Příbyl, A. 1940. O českých zastupcích monograptid u ze skupiny *Pristiograptus nudus*. *Rozpravy II. Tridy České Akademie*, 50 (16), 1-14.

- Příbyl, A. 1940. Revision der böhmischen Vertreter der Monograptidengattung *Monoclimacis* Frech. *Mitteilungen der Tschechischen Akademie der Wissenschaften*, 1-16.
- Příbyl, A. 1942. Beitrag zur Kenntnis der Monograpten aus der Gruppe *Monograptus flexilis*. *Mitteilungen der Tschechischen Akademie der Wissenschaften*, 52 (15), 1-10.
- Příbyl, A. 1943. Revision aller Vertreter der Gattung *Pristiograptus* aus der Gruppe *P. dubius* und *P. vulgaris* aus dem böhmischen und ausländischen Silur. *Mitteilungen der Tschechischen Akademie der Wissenschaften*, 53 (4), 1-49.
- Příbyl, A. 1944. Summary of the evolution of graptolites of the Family Monograptidae and observations to the species *Demirastrites denticulatus* (Törnquist). *Věstník Královské České Společnosti Nauk. Třída Matematicko-Přírodovědecká*, 17, 1-24.
- Příbyl, A. 1945. The Middle-European monograptids of the genus *Spirograptus* Gürich. *Bulletin International de l'Académie Tchèque des Sciences*, 45, 185-231.
- Příbyl, A. 1948. Bibliographic index of Bohemian Silurian graptolites. *Knihovna Státního Geologického Ústavu Československé Republiky*, 22, 96 pp.
- Příbyl, A. 1983. Graptolite biozones of the Kopanina and Přidolí formations in the Upper Silurian of central Bohemia. *Časopis pro mineralogii a geologii*, 28, 149-167.
- Příbyl, A. 1988. Ostracodes from the Silurian of central Bohemia. *Sborník Geologických věd. Paleontologie*, 29, 49-143.
- Příbyl, A. & Štorch, P. 1983. *Monograptus (Stimulograptus)* subgen. n. (Graptolites) from the Lower Silurian of Bohemia. *Věstník Ústředního Ústavu Geologického*, 58, 221-226.
- Příbyl, A. & Štorch, P. 1985. *Prochnygraptus* gen. n. (Graptolithina, Monograptidae) from the middle and upper Llandovery of Europe. *Věstník Ústředního Ústavu Geologického*, 60 (3), 159-164.
- Priem, F. 1911. Sur des poissons et autres fossiles du Silurien supérieur du Portugal. *Comunicações da Comissão do Serviço Geológico de Portugal*, 8, 1-11.
- Prokop, R.J. & Petr, V. 1986. Revision of Superfamily Melocrinitacea D'Orbigny, 1852 (Crinoidea, Camerata) in Silurian and Devonian of Bohemia. *Sborník Národního muzea Praze*, B, 42, 197-219.
- Prokop, R.J. & Petr, V. 2001. Remarks on palaeobiology of juvenile scyphocrinitids and marhoumacrinids (Crinoidea, Camerata) in the Bohemian uppermost Silurian and lowermost Devonian. *Journal of the Czech Geological Society*, 46 (3-4), 259-268.
- Prost-Dame, V. 1980. *Géologie et géologie de la région de Castuera, Province de Badajoz (Espagne)*. Thèse 3è cycle, Orsay, 288 pp. (Inédito).
- Puche, O. 1989. *Mecanismos estructurales del volcanismo paleozoico en la región alcudiense*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 473 pp. (inéd.).

- Puschmann, H. 1967. Das Paläozoikum im gebiet zwischen San Benito und Torrecampo (Sierra Morena/Espanien). *Geologie en Mijnbouw*, 46 (11), 383-391.
- Puschmann, H. 1970. Das Paläozoikum der nördlichen Sierra Morena am Beispiel der Mulde von Herrera del Duque (Spanien). *Geologie*, 19 (3), 309-329.
- Rábano, I. & Gutiérrez-Marco, J.C. 1999. La “Sinopsis” paleontológica de Lucas Mallada: fechas de publicación y otros aspectos editoriales. *Temas Geológico-Mineros ITGE*, 26 (1), 103-110.
- Rábano, I., Paris, F., Gutiérrez-Marco, J.C., Robardet, M. & Rodríguez Núñez, V.M. 1989. Restos de grandes euryptéridos (Arthropoda, Chelicerata) en las facies ampelíticas del Silúrico ibero-armórico (SO de Europa). *Resúmenes V Jornadas de Paleontología*. Universitat de València, 121-123.
- Racheboeuf, P.R. 1994. Silurian and Devonian Phyllocarid Crustaceans from the Massif Armoricain, NW France. *Revue de Paléobiologie*, 13 (2), 281-305.
- Radzevičius, S. 2003. *Pristiograptus* (Graptolidea) from the *perneri-lundgreni* biozones (Silurian) of Lithuania. *Notesbooks on Geology*. Art. 2003/07 (CG2003\_A07\_SR).
- Radzevičius, S. 2007. The genus *Pristiograptus* in Wenlock of east Baltic and the Holy Cross Mountains. *Dissertationes Geologicae Universitatis Tartuensis*, Tartu University Press, 20, 131 pp.
- Radzevičius, S. & Paskevicius, J. 2000. Pristiograptids (Graptolites) and their adaptive types of the Wenlock (Silurian) in Lithuania. *Geologija*, Vilnius, 32, 88-109.
- Ransweiler, M. 1968. *Stratigraphie und Tektonik der Extremadura im Bereich der Orte Herrera del Duque, Helechosa und Villarta de los Montes (Mittelspanien)*. Dissertation der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, 100 pp. (Inédito). [Resúmenes publicados en Walter (Ed., 1977), *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 42, 26-28, Anlage 9; Ransweiler (2008)].
- Ransweiler, M. 2008. Stratigraphy and tectonics in the area of Herrera del Duque, Helechosa and Villarta de los Montes (Extremadura / Central Spain) – a summary. En: Raumer, J.F. von (Ed.), *Franz Lotze (1903-1971), The doctoral theses of his students in Spain and Portugal. Abridged versions*. Instituto Universitario de Geología “Isidro Parga Pondal”. O Castro, serie Nova Terra, 36, 107-110.
- Ramírez y Ramírez, E. 1955. El sinclinal de Guadarranque (Cáceres). Contribución al estudio de la estratigrafía del Silúrico hispano. *Estudios Geológicos*, 11, 409-436.
- Raumer, J.F. von (Ed.). 2008. *Franz Lotze (1903-1971). The doctoral theses of his students in Spain and Portugal. Abridged versions*. Instituto Universitario de Geología “Isidro Parga Pondal”. O Castro, serie Nova Terra, 36, 1-307.
- Raumer, J.F. von, Stampfli, G.M., Borel, G. & Bussy, F. 2002. Organization of pre-Variscan basement areas at the north-Gondwanan margin. *International Journal of Earth Sciences*, 91, 35-52.

Raumer, J.F. von, Stampfli, G.M., Hochard, C. & Gutiérrez-Marco, J.C. 2006. The early Palaeozoic in Iberia - a plate-tectonic interpretation. *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, 157 (4), 575-584.

Redlin, K. 1955. *Stratigraphie und Tektonik in der mittleren Sierra Morena im Bereich des Valle de Alcudia (Spanien)*. Dissertation der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, 192 pp. (Inédito). [Resúmenes publicados en Walter (Ed., 1977), *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 42, 40-42, Anlage 13; Redlin (2008)].

Redlin, K. 2008. Stratigraphy and tectonics in the Alcudia valley - middle Sierra Morena (Spain) – a summary. En: Raumer, J.F. von (Ed.), *Franz Lotze (1903-1971), The doctoral theses of his students in Spain and Portugal. Abridged versions*. Instituto Universitario de Geología “Isidro Parga Pondal”. O Castro, serie Nova Terra, 36, 117-121.

Reguant, S. & Ortiz, R. (Eds.) 2001. Guía Estratigráfica Internacional. Versión abreviada. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 14 (3-4), 271-293.

Riba Arderiú, O. 1959. Estudio geológico de la Sierra de Albarracín. *Monografías del Instituto “Lucas Mallada” de Geología (CSIC)*, 16, 283 pp.

Richter, P. 1967. Stratigraphie und Tektonik in der Sierra de San Andrés (östliche Sierra Morena/Spanien). *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 3, 1-144.

Richter, P. 2008. Geological investigations in the eastern Sierra Morena northeast of La Carolina (Prov. Jaén, Spain) – a summary. En: Raumer, J.F. von (Ed.), *Franz Lotze (1903-1971). The doctoral theses of his students in Spain and Portugal. Abridged versions*. Instituto Universitario de Geología “Isidro Parga Pondal”. O Castro, serie Nova Terra, 36, 123-127.

Rickards, R.B. 1965. New Silurian graptolites from the Howgill Fells (Northern England). *Palaeontology*, 8 (2), 247-271.

Rickards, R.B. 1967. The Wenlock and Ludlow succession in the Howgill Fells (north-west Yorkshire and Westmoreland). *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 123, 215-249.

Rickards, R.B. 1970. The Llandovery (Silurian) graptolites from the Howgill Fells, Northern England. *Palaeontographical Society Monograph*, 108 pp.

Rickards, R.B. 1972. *Climacograptus scalaris* (Hisinger) and the subgenus *Glyptograptus* (*Pseudoglyptograptus*). *Geologiska Föreningens i Stockholm Föreläsningar*, 94, 271-280.

Rickards, R.B. 1976. The sequence of the Silurian graptolite zones in the British Isles. *Geological Journal*, 11, 153-188.

Rickards, R.B., Holland, C.H. & Serpagli, E. 1995. Aspects of Silurian and Lower Devonian graptolite faunas and stratigraphy in southern Sardinia. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 34 (1), 67-80.

- Rickards, R.B., Hutt, J.E. & Berry, W.B.N. 1977. Evolution of the Silurian and Devonian graptoloids. *Bulletin of British Museum (Natural History), Geology*, 28 (1), 120 pp.
- Rickards, R.B., Rigby, S. & Harris, J.H. 1990. Graptoloid biogeography: recent progress, future hopes. En: McKerrow, W.S. & Scotese, C.R. (Eds.). *Palaeozoic Palaeogeography and Biogeography. Geological Society Memoir*, 12, 139-145.
- Ríos Aragüés, S. 1977. *Estudio geológico del metalotecto plumbífero del Ordoviciense (La Carolina – Santa Elena, Sierra Morena Oriental, provincia de Jaén)*. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. 271 pp.
- Ríos Aragüés, S. 1978. Evolución tectónica y guías de prospección en el distrito filoniano plumbífero de la Carolina-Santa Elena (Sierra Morena oriental, Jaén, España). *Boletín Geológico y Minero*, 89 (6), 550-561.
- Robardet, M. 1981. Late Ordovician tillites in the Iberian Peninsula. En: Hambrey, M.J. & Harland, W.B. (Eds.), *Earth's Pre-Pleistocene Glacial Record*. Cambridge University Press, 585-589.
- Robardet, M. 2002. Alternative approach to the Variscan Belt in southwestern Europe: Preorogenic paleobiogeographical constraints. En: Martínez Catalán, J.R., Hatcher, R.D., Arenas, F. & Díaz García, F. (Eds.), *Variscan-Appalachian dynamics: The building of the late Paleozoic basement. Geological Society of America Special Paper* 364, 1-15.
- Robardet, M. 2003. The Armorica “microplate”: fact or fiction? Critical review of the concept and contradictory palaeobiogeographical data. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 195, 125-148.
- Robardet, M. & Doré, F. 1988. The late Ordovician diamictic formations from the southwestern Europe: north Gondwana glaciomarine deposits. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 66, 19-31.
- Robardet, M. & Gutiérrez-Marco, J.C. 1990. Sedimentary and faunal domains in the Iberian Peninsula during Lower Paleozoic times. En: Dallmeyer, R.D. & Martínez García, E. (Eds.). *“Pre-Mesozoic Geology of Iberia”*, 383-395.
- Robardet, M. & Gutiérrez-Marco, J.C. 2002. Silurian. En: Gibbons, W. & Moreno, T. (Eds.), *“The Geology of Spain”*. The Geological Society, London, 51-66.
- Robardet, M. & Gutiérrez-Marco, J.C. 2004. The Ordovician, Silurian and Devonian sedimentary rocks of the Ossa Morena Zone (SW Iberian Peninsula, Spain). *Journal of Iberian Geology*, 30, 73-92.
- Robardet, M., Vegas R. & Paris, F. 1980. El techo del Ordovícico en el centro de la Península Ibérica. *Studia Geologica Salmanticensia*, 16, 103-121.
- Rodríguez-Núñez, V.M. 1989. *Los materiales silúricos del sinclinal de Guadarranque (provincias de Cáceres, Badajoz y Ciudad Real)*. Tesis de Licenciatura. Universidad Complutense, Madrid, 198 pp. (inédito).

- Rodríguez-Núñez, V.M., Gutiérrez-Marco, J.C. & Sarmiento, G.N. 1989. Rasgos biostratigráficos de la sucesión silúrica del sinclinal de Guadarranque (provincias de Cáceres, Badajoz y Ciudad Real). *Coloquios Paleontología*, 42, 83-106.
- Rodríguez Pevida, L., Mira López, M. & Ortega Gironés, E. 1990. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 833 (Hinojosa del Duque) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Madrid, 57 pp.
- Rohr, M.D. 1997. Lower Silurian to Lower Devonian gastropod communities. En: Boucot, A.J. & Lawson, J.D. (Eds.), “*Paleocommunities – a case study from the Silurian and Lower Devonian*”, *World and Regional Geology II*, 132-136.
- Romariz, C. 1962. Graptolitos do Silúrico português. *Revista da Faculdade de Ciências de Lisboa*, 2ª serie C, 10 (2), 115-312.
- Romariz, C. 1963. Graptolitos de coleção de Nery Delgado provenientes de jazidas españolas. *Boletim do Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico de Faculdade de Ciências*, Lisboa, 9 (2), 131-134.
- Romariz, C. 1969. Graptolitos silúricos do Noroeste Peninsular. *Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal*, 53, 107-155.
- Romariz, C., Arche, A., Barba, A., Gutiérrez Elorza, M. & Vegas, R. 1971. The mediterranean graptolitic fauna of the Wenlockian in the Iberian Peninsula. *Boletim da Sociedade Geológica de Portugal*, 18, 57-61.
- Sá, A.A., Coke, C., Piçarra, J.M. & Gutiérrez-Marco, J.C. 2003. Nova localidade com escifocrinóides no Silúrico do Sinclínório de Moncorvo (Zona Centro Ibérica, NE Portugal). *Ciencias da Terra*, nº especial 5, CD-ROM, A146-A149.
- Sachanski, V., Göncüoğlu, M.C. & Gedik, I. 2010. Late Telychian (early Silurian) graptolitic shales and the maximum Silurian highstand in the NW Anatolian Palaeozoic terranes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 291, 419-428.
- Sachanski, V., Göncüoğlu, M.C., Lakova, I., Boncheva, I. & Demiray, G. S. 2012. Silurian Graptolite, Conodont and Cryptospore Biostratigraphy oh the Güllüç Section in Ereğli, Zonguldak Terrane, NW Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 21, 867-903.
- Sáenz García, C. 1947. Notas y datos de estratigrafía española. 35. Importantes yacimientos fosilíferos del Silúrico de Cáceres. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 45, 383-386.
- Salvador, A. (Ed.) 1994. *International stratigraphic guide. A guide to stratigraphic classification, terminology, and procedure. Second Edition*. International Subcommisson on Stratigraphic Classification of IUGS International Commission on Stratigraphy. The Geological Society of America, Boulder, xvi + 214 pp.
- Sánchez Cela, V. & Gabaldón López, V. 1977. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 831 (Zalamea de la Serena) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 28 pp.

San José, M.A. de, Herranz, P. & Pieren, A.P. 2004. A review of the Ossa-Morena Zone and its limits. Implications for the definition of the Lusitan-Marianic Zone. *Journal of Iberian Geology*, 30, 7-22.

San José, M.A., Rábano, I., Herranz, P. & Gutiérrez-Marco, J.C. 1992. El Paleozoico Inferior de la Zona Centroibérica meridional. En: Gutiérrez-Marco, J.C., Saavedra, J. & Rábano, I. (Eds.), *Paleozoico Inferior de Ibero-América*, Universidad de Extremadura, 505-521.

San José, M.A. de, Herranz, P. & Pieren, A.P. 2004. A review of the Ossa-Morena Zone and its limits. Implications for the definition of the Lusitan-Marianic Zone. *Journal of Iberian Geology*, 30, 7-22.

Santos García, J.A. & Casas Ruiz, A. 1979. Geología del sinclinorio de Sao Mamede-La Codosera, zona española (provincias de Cáceres y Badajoz). *Boletín del Instituto Geológico y Minero*, 90 (5), 420-431.

Santos García, J.A. & Casas Ruiz, J. 1982a. *Memoria explicativa de la hoja N° 701 (Valencia de Alcántara) del Mapa geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 23 pp.

Santos García, J.A. & Casas Ruiz, J. 1982b. *Memoria explicativa de la hoja N° 726 (Pino de Valencia) del Mapa geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 20 pp.

Santos García, J.A. & Casas Ruiz, J. 1982c. *Memoria explicativa de la hoja N° 727 (Alburquerque) del Mapa geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 33 pp.

Santos García, J.A., Apalategui Isasa, O. & Carvajal Menéndez, A. 2003a. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja N° 750 (Botoa) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 58 pp.

Santos García, J.A., Apalategui Isasa, O. & Carvajal Menéndez, A. 2003b. *Mapa y Memoria Explicativa de la Hoja N° 751 (Villar del Rey) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 61 pp.

Sarmiento, G.N. & García Palacios, A. 1996. Conodontos silúricos (Telychiense-Sheinwoodiense) en las facies sapropelíticas negras de Corral de Calatrava (Ciudad Real), España. En: Palacios, T. y Gozalo, R. (Eds.), *Comunicaciones XII Jornadas de Paleontología*, Badajoz, 109-111.

Sarmiento, G.N. & Gutiérrez-Marco, J.C. 1999. Microfósiles ordovícicos en olistolitos carboníferos de la Cuenca del Guadiato, Adamuz (Córdoba). *Temas Geológico-Mineros ITGE*, 26 (2), 580-584.

Sarmiento, G.N. & Rodríguez Núñez, V.M. 1991. Conodontos telychienses (Silúrico inferior) del Sinclinal de Guadarranque (Zona Centroibérica, Macizo Hespérico). *Revista Española de Paleontología*, N° Extraordinario, 151-156.



- Sarmiento, G.N., Sanz-López, J. & García-López, S. 1998. Silurian conodonts from the Iberian Peninsula- an update. En: Gutiérrez-Marco, J.C. & Rábano, I. (Eds.), Proceedings Sixth International Graptolite Conference & 1998 Field Meeting of the IUGS Subcommission on Silurian Stratigraphy. *Temas Geológico-Mineros ITGE*, 23, 119-124.
- Sarmiento, G.N., Piçarra, J.M., Rebelo, J.A., Robardet, M., Gutiérrez-Marco, J.C. & Rábano, I. 1999. Le Silurien du synclinorium de Moncorvo (NE du Portugal): Biostratigraphie et importance paléogéographique. *Geobios*, 32 (5), 749-767.
- Saupé, F. 1971a. Stratigraphie et pétrographie du “Quartzite du Criadero” (Valentien) à Almadén (Province de Ciudad Real, Espagne). *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 73, 139-147.
- Saupé, F. 1971b. La série ordovicienne et silurienne d’Almadén (Province de Ciudad Real, Espagne). Point des connaissances actuelles. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 73, 355-365.
- Saupé, F. 1973. *La géologie du gisement de mercure d’Almadén (Province de Ciudad Real, Espagne)*. Thèse Docteur ès-Sciences, Université de Nancy I. Sciences de la Terre, Mémoire 29, 342 pp.
- Saupe, F. 1990. Geology of the Almadén Mercury Deposit, Province of Ciudad Real, Spain. *Economic Geology*, 85, 482-510.
- Schauer, M. 1967. Biostratigraphie und Taxonomie von *Rastrites* (Pterobranchiata, Graptolithina) aus dem anstehenden Silur Ostthüringens und des Vogtlandes. *Freiberger Forschungshefte H., R. C.*, 213, 171-199.
- Schauer, M. 1971. Biostratigraphie und Taxonomie der Graptolithen des tieferen Silurs unter besonderer Berücksichtigung der tektonischen Deformation. *Freiberger Forschungshefte, (C) Paläontologie*, 273, 1-185.
- Schmidt, H.J. 1957. *Stratigraphie und Tektonik der nördlichen Extremadura im Bereich der Flüsse Tajo und Alagón, Spanien*. Dissertation der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, 116 pp. (Inédito). [Resúmenes publicados en Walter (Ed., 1977), *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 42, 3-5, Anlage 1; Schmidt (2008)].
- Schmidt, H.J. 2008. Stratigraphy and tectonics in the area of Tajo and Alagón rivers (Northern Extremadura, Spain) – a summary. En: Raumer, J.F. von (Ed.), *Franz Lotze (1903-1971). The doctoral theses of his students in Spain and Portugal. Abridged versions*. Instituto Universitario de Geología “Isidro Parga Pondal”. O Castro, serie Nova Terra, 36, 141-144.
- Secord, J.A. 1986. *Controversy in Victorian Geology: The Cambrian-Silurian Dispute*. Princeton University Press, Princeton, 361 pp.
- Seilacher, A. & Hauff, R.B. 2004. Constructional morphology of pelagic Crinoids. *Palaios*, 19, 3-16.

- Sendino Lara, M.C. 2007. Los conuláridos del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. En: Cambra-Moo, O., Martínez-Pérez, C., Chamero, B., Escaso, F., de Esteban Trivigno, S. y Marugán-Lobón, J. (Eds.). *Cantera Paleontológica*. Diputación Provincial de Cuenca, 339-347.
- Sendino, C. & Santos, C. 2011. Taxonomical revision of conulariids in the collection of the Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), Madrid (Spain). *Graellsia*, 67 (1), 13-21.
- Serpagli, E. & Gnoli, M. 1977. Upper Silurian cephalopods from southwestern Sardinia. *Bollettino della Società Paleontologica Italiana*, 16 (2), 153-196.
- Servais, T. & Sintubin, M. 2009. Avalonia, Armorica, Perunica: terranes, microcontinents, microplates or palaeobiogeographical provinces? En: Bassett, M.G. (Ed.) *Early Palaeozoic Peri-Gondwana Terranes: New Insights from Tectonics and Biogeography*. Geological Society, London, Special Publications, 325, 103-115.
- Siveter, D.J. 1984. Habitats and modes of life of Silurian ostracods. En: Bassett, M.G. & Lawson, J.D. (Eds.), *The Autecology of Silurian organisms*. Special Papers in Palaeontology, 32, 71-85.
- Siveter, D.J. & Bogolepova, O.K. 2006. The myodocope ostracod *Entomozoe* from the Early Silurian of Severnaya Zemlya, Russian Arctic. *Norwegian Journal of Geology*, 86, 51-58.
- Siveter, D.J. & Vannier, J.M.C. 1990. The Silurian myodocope ostracode *Entomozoe* from the Pentland Hills, Scotland, its taxonomic, ecological and phylogenetic significance and the affinity of bolbozoid Myodocopes. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences*, 81, 71-76.
- Siveter, D.J., Vannier, J.M.C. & Palmer, D. 1987. Silurian myodocopid ostracodes, their depositional environments and the origin of their shell microstructures. *Palaeontology*, 30, 783-813.
- Siveter, D.J., Vannier, J.M.C. & Palmer, D. 1991. Silurian myodocopes: pioneer pelagic ostracods and the chronology of an ecological shift. *Journal of Micropalaeontology*, 10, 157-173.
- Soldevila, J. 1983. Estudio geológico-estructural de la terminación occidental del sinclinal de Almadén. *Boletín Geológico y Minero de España*, 94 (2), 93-105.
- Soldevila, J. 1991. *Estudio geológico-estructural de los materiales precámbricos y paleozoicos entre la sierra de San Pedro y la Depresión del Guadiana (provincias de Cáceres y Badajoz). Sector límite entre las zonas Centroibérica y Ossa-Morena*. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, 262 pp.
- Soldevila Bartolí, J. 1992a. La sucesión paleozoica en el sinforme de la Codosera-Puebla de Obando (provincias de Cáceres y Badajoz, SO de España). *Estudios Geológicos*, 48 (5-6), 353-362.

- Soldevila Bartolí, J. 1992b. La sucesión paleozoica en el sinforme de la Sierra de San Pedro (provincias de Cáceres y Badajoz, SO de España). *Estudios Geológicos*, 48 (5-6), 363-379.
- Soler, M., Fontalba, F. & García, J. 1979. *Informe sobre las minas de Almadén*. Informe Interno, MAYASA.
- Sos Baynat, V. 1955. Geología y morfología de las sierras de las Villuercas (Cáceres). *Estudios Geográficos*, 16 (61), 689-746.
- Stone, J. 1987. Review of investigative techniques in the study of conodonts. En: Austin, R.L. (Ed.). *Conodonts: Investigative Techniques and Applications*. Ellis Horwood Limited, 17-34. Chichester.
- Štorch, P. 1992. Some new and little known graptolites from the Lower Silurian of Bohemia (Prague Basin, Barrandian Area). *Casopis pro mineralogii a geologii*, 37, 193-201.
- Štorch, P. 1994a. Graptolite biostratigraphy of the Lower Silurian (Llandovery and Wenlock) of Bohemia. *Geological Journal*, 29, 137-165.
- Štorch, P. 1994b. Llandovery-Wenlock boundary beds in the graptolite-rich sequence of the Barrandian area (Bohemia). *Journal of the Czech Geological Society*, 39 (2-3), 163-182.
- Štorch, P. 1995a. Upper Silurian (upper Ludlow) graptolites of the *N. inexpectatus* and *N. kozlowskii* biozones from Kosov Quarry near Beroun (Barrandian area, Bohemia). *Bulletin of the Czech Geological Survey*, 70 (4), 65-90.
- Štorch, P. 1995b. Biotic crises and post-crisis recoveries recorded by Silurian planktonic graptolite faunas of the Barrandian area (Czech Republic). *Geolines*, 3, 59-70.
- Štorch, P. 1998a. Biostratigraphy palaeobiogeographical links and environmental interpretation of the Llandovery and Wenlock graptolite faunas of peri-Gondwanan Europe. En: Gutiérrez-Marco, J.C. & Rábano, I. (Eds.). *Proceedings Sixth International Graptolite Conference & 1998 Field Meeting of the IUGS Subcommittee on Silurian Stratigraphy. Temas Geológico-Mineros ITGE*, 23, 126-129.
- Štorch, P. 1998b. New data on Telychian (Upper Llandovery, Silurian) graptolites from Spain. *Journal of the Czech Geological Society*, 43 (3), 113-141.
- Štorch, P. 1998c. Graptolites of the *Pribylograptus leptotheca* and *Lituigraptus convolutus* biozones of Tmaň (Silurian, Czech Republic). *Journal of the Czech Geological Society*, 43/4, 209-272.
- Štorch, P. & Loydell, D. 1992. Graptolites of the *Rastrites linnaei* Group from the European Llandovery (Lower Silurian). *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 184 (1), 63-86.

- Štorch, P. & Massa, D. 2003. Biostratigraphy, Correlation, Environmental and Biogeographic Interpretation of the Lower Silurian Graptolite Faunas of Libya. En: Salem, M.J. & Oun, K.M. (Eds.), *The Geology of Northwest Libya*, vol. 1, 237-251.
- Štorch, P. & Massa, D. 2006. Middle Llandovery (Aeronian) graptolites of the western Murzuq Basin and Al Qarqaf Arh region, South west Libya. *Palaeontology*, 49 (1), 83-112.
- Štorch, P. & Massa, D. 2007. Middle Telychian (upper Llandovery, Silurian) graptolites from boreholes of northwestern Libya: Their biostratigraphic significance and palaeogeographical implication. *Geobios*, 40, 535-540.
- Štorch, P. & Piras, S. 2009. Silurian graptolites of Sardinia: assemblages and biostratigraphy. En: Corradini, C., Ferretti, A. & Štorch, P. (Eds.), *The Silurian of Sardinia. Rendiconti della Società Palaeontologica Italiana*, 3 (1), 77-93.
- Štorch, P. & Serpagli, E. 1993. Lower Silurian Graptolites from Southwestern Sardinia. *Bolletino della Società Paleontologica Italiana*, 32 (1), 3-57.
- Štorch, P., Gutiérrez-Marco, J.C., Sarmiento, G.N. & Rábano, I. 1998. Upper Ordovician and Lower Silurian of Corral de Calatrava, southern part of the Central Iberian Zone. En: Gutiérrez-Marco, J.C. & Rábano, I. (Eds.), *Proceedings Sixth International Graptolite Conference & 1998 Field Meeting of the IUGS Subcommission on Silurian Stratigraphy. Temas Geológico-Mineros ITGE*, 23, 319-325.
- Štorch, P., Mitchell, C.E., Finney, S.C. & Melchin, M.J. 2011. Uppermost Ordovician (Upper Katian-Hirnantian) graptolites of north-central Nevada, U.S.A. *Bulletin of Geosciences*, 86 (2), 301-386.
- Stott, C.A., Tetlie, O.E., Braddy, S.J., Nowlan, G.S., Glasser, P.M. & Devereux, M.G. 2005. A new eurypterid (Chelicerata) from the Upper Ordovician of Manitoulin Island, Ontario, Canada. *Journal of Palaeontology*, 79 (6), 1166-1174.
- Strachan, I. 1971. A synoptic supplement to "A Monograph of British Graptolites by Miss G. L. Elles and Miss E. M. R. Wood". *Palaeontographical Society Monographs*, 125 (529), 1-130.
- Strachan, I. 1996. A bibliographic index of British graptolites (Graptoloidea), Part 1. *Monograph of the Palaeontographical Society*, 150 (600), 1-40.
- Strachan, I. 1997. A bibliographic index of British graptolites (Graptoloidea), Part 2. *Monograph of the Palaeontographical Society*, 151 (603), 41-155.
- Stridsberg, S. 1983. Aptychopsid plates – jaw elements or protective operculum. *Lethaia*, 17, 93-98.
- Tamain, G. 1964. Mise en évidence de mouvements taconiques dans le Sud-Est de la Sierra Morena (Espagne). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Série D*, 258, 977-979.

- Tamain, G. 1967. El Centenillo, zone de référence pour l'étude de l'Ordovicien de la Sierra Morena orientale (Espagne). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, Série D, 265, 389-392.
- Tamain, G. 1968. Le district minier de Linares-La Carolina et son cadre métallogénique en Sierra Morena orientale (Espagne). *Bulletin de la Société Géologique de France*, (7), X, 97-102.
- Tamain, G. 1971. L'Ordovicien est-marianique (Espagne). Sa place dans la province méditerranéenne. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 73, 403-416.
- Tamain, G. 1972. Recherches géologiques et minières en Sierra Morena orientale (Espagne). *Travaux du Laboratoire de Géologie Structurale et Appliquée d'Orsay*, 91 (1-3), 1-870.
- Tamain, G., Ovtracht, A., Carre, D., Héloir, J.-P., Peran, M. & Poupon, G. 1969. L'Ordovicien de la Sierra Morena orientale (Espagne). *94<sup>e</sup> Congrès national des sociétés savantes, Pau, sciences*, 2, 275-292.
- Teichert, C. 1935. Über *Pterotheca* und verwandte Bellerophontaceen. *Paläontologische Zeitschrift*, 17 (2), 167-177.
- Teixeira, C. 1981. *Geologia de Portugal. Vol. 1-Precambrico, Paleozoico*. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 629 pp.
- Teller, L. 1986. Morphology of selected Monograptidae from the Wenlock of NE Poland. *Palaeontographica Abt. A*, 192 (1-3), 51-73.
- Teller, L. 1997. Revision of certain Pridoli monograptids from the Chelm keysection (EEP). *Palaeontologia Polonica*, 56, 71-85.
- Tena-Dávila Ruiz, M. & Corretgé Castañón, L.G. 1982. *Memoria Explicativa de la Hoja N° 704 (Cáceres) del Mapa Geológico de España a escala 1:50.000 (Segunda Serie)*. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 53 pp.
- Tetlie, O.E. 2007. Distribution and dispersal history of Eurypterida (Chelicerata). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 252, 557-574.
- Toghill, P. & Strachan, I. 1970. The graptolite fauna of Grieston Quarry, near Innerleithen, Peeblesshire. *Palaeontology*, 13 (4), 511-521.
- Tollerton Jr., V.P. 1989. Morphology, taxonomy, and classification of the order Eurypterida Burmeister, 1843. *Journal of Paleontology*, 63 (5), 642-657.
- Tomczyk, H., Urbanek, A. & Teller, L. 1990. Typ Hemichordata. En: Pajchłowa, M. (Ed.), *Budowa geologiczna Polski (3), Atlas Skamieniałości przewodnich i charakterystycznych (1a), Paleozoik starszy*, 378-426.
- Torsvik, T.H. & Cocks, L.R.M. 2011. The Palaeozoic palaeogeography of central Gondwana. En: Van Hinsbergen, D.J.J., Buiter, S.J.H., Torsvik, T.H., Gaina, C. &

Webb, S.J. (Eds.), *The Formation and Evolution of Africa: A Synopsis of 3.8 Ga of Earth History*. Geological Society, London, Special Publications, 357, 137-166.

Torsvik, T.H. & Cocks, L.R.M. 2013. Gondwana from top to base in space and time. *Gondwana Research*, 24, 999-1030.

Tromelin, G. de & Lebesconte, P. 1875. Essai d'un catalogue raisonné des fossiles siluriens des départements de Maine-et-Loire, de la Loire-Inférieure et du Morbihan, avec des observations sur les terrains paléozoïques de l'Ouest de la France. *Comptes Rendus du 4ème sesión de l'Association française pour l'Avancement de la Science*, Nantes, 601-661.

Truyols, J. & Julivert, M. 1983. El Silúrico en el Macizo Ibérico. En: Comba, J.A. (Coord.), *Libro Jubilar José María Ríos, Geología de España*. IGME, Madrid, 1, 246-265.

Turek, V. 1978. Biological and stratigraphical significance of the Silurian nautiloid *Aptychopsis*. *Lethaia*, 11, 127-138.

Uchman, A. 1998. Taxonomy and ethology of flysch trace fossils: revision of the Marian Książkiewicz collection and studies of complementary material. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 68, 105-218.

Uchman, A. 1999. Ichnology of the Rhenodanubian Flysch (Lower Cretaceous-Eocene) in Austria and Germany. *Beringeria*, 25, 67-163.

Underwood, C.J. 1992. The preservation and deformation of graptolites. *Palaios*, 7, 178-186.

Underwood, C.J. & Bottrell, S.H. 1994. Diagenetic controls on multiphase pyritization of graptolites. *Geological Magazine*, 131, 315-327.

Urbanek, A. 1958. Monograptidae from erratic boulders of Poland. *Palaeontologica Polonica*, 9, 1-104.

Urbanek, A. 1990. Reproductive strategy and the life cycle in graptoloid colonies. *Lethaia*, 23, 333-340.

Urbanek, A. 1997. Late Ludfordian and early Pridoli monograptids from the Polish Lowland. *Palaeontologia Polonica*, 56, 87-231.

Urbanek, A., Radzevičius, S., Kozłowska, A. & Teller, L. 2012. Phyletic evolution and iterative speciation in the persistent *Pristiograptus dubius* lineage. *Acta Palaeontologica Polonica*, 57 (3), 589-611.

Vannier, J. & Abe, K. 1992. Recent and early Palaeozoic myodocope ostracodes: functional morphology, phylogeny, distribution and lifestyles. *Palaeontology*, 3, 485-517.

Vázquez, F., Arteaga, R. & Schermerhorn, J. 1980. Depósitos minerales del Suroeste de la Península Ibérica. *Boletín Geológico y Minero*, 91 (2), 293-342.

- Vegas, R. 1971. Geología de la región comprendida entre la Sierra Morena occidental y las Sierras del N de la Provincia de Cáceres (Extremadura española). *Boletín del Instituto Geológico y Minero de España*, 82 (3-4), 351-358.
- Verneuil, E. de & Barrande, J. 1855. Description des fósiles trouvés dans les terrains silurien et dévonien d'Almaden, d'une partie de la Sierra Morena et des Montagnes de Tolède. *Bulletin de la Société Géologique de France* (2), 12, 964-1025.
- Villas, E., Lorenzo, S. & Gutiérrez-Marco, J.C. 1999. First record of a Hirnantia Fauna from Spain, and its contribution to the Late Ordovician palaeogeography of northern Gondwana. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, 89, 187-197.
- Vinn, O. & Mutvei, H. 2009. Calcareous tubeworms of the Phanerozoic. *Estonian Journal of Earth Sciences*, 58 (4), 286-296.
- Vinther, J., Van Roy, P. & Briggs, E.G. 2008. Machaeridians are Palaeozoic armoured annelids. *Nature*, 451, 185-188.
- Wahlman, G.P. 1992. Middle and Upper Ordovician symmetrical univalved mollusks (Monoplacophora and Bellerophonina) of the Cincinnati Arch region. *U. S. Geological Survey Professional Paper*, 1066-O, 1-188.
- Walliser, O.H. 1964. Conodonten des Silurs. *Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung*, 41, 106 pp.
- Walter, R. 1969. Das Silurium Spaniens und Portugals. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie Teil I*, 5, 857-902.
- Walter, R. (Ed.). 1977. Zwei geologische Traversen durch die südliche Iberische Meseta, Spanien. Mit Beiträgen von W. Assmann, H.-G. Bochmann, R. Höllinger, H. Kalthoff, H.-J. Kelch, L. Laus, R. Maass, E. Machens, R. Merten, M. Ransweiler, K. Redlin, H.-J. Schmidt, O. Suhr und K. Weggen. *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 42, 55 pp.
- Walter, R. (Ed.). 1982. Beiträge zur Kenntnis des Präkambriums und Altpaläozoikums der Montes de Guadalupe/Zentralspanien. I. Stratigraphische und tektonische Übersicht. *Münstersche Forschungen zur Geologie und Paläontologie*, 56, 1-28.
- Waterlot, G. & Lévêque, P. 1960. Presence de *Pterygotus* dans le Gothlandian de l'Atlas Demonte. *Académie de Science, Paris*, 251, 889-890.
- White, D.E., Barron, H.F., Barnes, R.P. & Lintern, R.P. 1992. Biostratigraphy of late Llandovery (Telychian) and Wenlock turbiditic sequences in the SW Southern Uplands Scotland. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences*, 82, 297-322.
- Wignall, P.B. 1990. Observations on the evolution and classification of dysaerobic communities. En: Miller, W. (Ed.), *Paleocommunity temporal dynamics: the long term development of multispecies assemblies*. Paleontological Society, Special Publication, 5, 99-111.

- Wignall, P.B. 1993. Distinguishing between oxygen and substrate control in fossil benthic assemblages. *Journal of the Geological Society of London*, 150, 193-196.
- Wignall, P.B. 1994. *Black shales*. Oxford University Press, Geology and Geophysics Monographs, 30, Oxford, 130 pp.
- Williams, M. & Zalasiewicz, J. 2004. The Wenlock *Cyrtograptus* species of the Builth Wells District, Central Wales. *Palaeontology*, 47 (2), 223-263.
- Yang, X.-c. & Rong, J.-y. 1982. Brachiopoda from the upper Xiushan Formation (Silurian) in the Sichuan-Guizhou-Hunan-Hubei Border Region. *Acta Paleontologica Sinica*, 21, 417-435.
- Zakharov, Y. & Lominadze, T. 1983. New data on the jaw apparatus of fossil cephalopods. *Lethaia*, 16, 67-78.
- Zalasiewicz, J. 1994. Middle to Late Telychian (Silurian: Llandovery) graptolite assemblages of Central Wales. *Palaeontology*, 37 (2), 375-396.
- Zalasiewicz, J. 1995. The structure and affinities of *Lapworthograptus grayae* (Lapworth, 1876). *Scottish Journal of Geology*, 31 (1), 29-36.
- Zalasiewicz, J. & Tunnicliffe, S. 1994. Uppermost Ordovician to Lower Silurian graptolite biostratigraphy of the Wye Valley, Central Wales. *Palaeontology*, 37(3), 695-720.
- Zalasiewicz, J. & Williams, M. 1999. Graptolite biozonation of the Wenlock series (Silurian) of the Builth Wells district, central Wales. *Geological Magazine*, 136 (3), 263-283.
- Zalasiewicz, J., Loydell, D.K. & Štorch, P. 1995. A taxonomic revision of three mid-Telychian monoclismacids. *Journal of Palaeontology*, 69 (5), 961-967.
- Zalasiewicz, J. A., Taylor, L., Rushton, A.W.A., Loydell, D.K., Rickards, R.B. & Williams, M. 2009. Graptolites in British stratigraphy. *Geological Magazine*, 146, 785-850.
- Zatoń, M. & Vinn, O. 2011a. Microconchids and the rise of modern encrusting communities. *Lethaia*, 44, 5-7.
- Zatoń, M. & Vinn, O. 2011b. Fossils explained 62. Microconchids. *Geology Today*, 27 (6), 236-239.
- Zhang, Y.D., Fan, J.X., Wang, Y., Song, Y.Y. & Cheng, J.F. 2013. A mid Telychian (Llandovery) graptolite fauna from Mojiang Yunnan Province, southwestern China. *Memoirs of the Association of Australasian Palaeontologists*, 44, 123-142.



**LÁMINAS**



# ÍNDICE DE LÁMINAS

---

LÁMINA 1. Modos de conservación de graptolitos en pizarras negras (1-4, 6, 13), areniscas (5, 7, 9, 10) y nódulos (8, 11-12) silúricos de la zona de estudio.....	366
LÁMINA 2. Algunos ejemplos de preservación de graptolitos en los yacimientos estudiados.....	368
LÁMINA 3. Géneros <i>Normalograptus</i> y <i>Rhaphidograptus</i> .....	370
LÁMINA 4. Género <i>Metaclimacograptus</i> .....	372
LÁMINA 5. Géneros <i>Rhaphidograptus</i> y <i>Glyptograptus</i> ? .....	374
LÁMINA 6. Género <i>Parapetalolithus</i> .....	376
LÁMINA 7. Género <i>Retiolites</i> .....	378
LÁMINA 8. Retiolítidos.....	380
LÁMINA 9. Género <i>Pristiograptus</i> .....	382
LÁMINA 10. Géneros <i>Pristiograptus</i> , <i>Saetograptus</i> y <i>Cochlograptus</i> .....	384
LÁMINA 11. Géneros <i>Streptograptus</i> , <i>Campograptus</i> y <i>Lituigraptus</i> .....	386
LÁMINA 12. Género <i>Stimulograptus</i> .....	388
LÁMINA 13. Género <i>Monograptus</i> .....	390
LÁMINA 14. Género <i>Monograptus</i> .....	392
LÁMINA 15. Género <i>Torquigraptus</i> .....	394
LÁMINA 16. Género <i>Spirograptus</i> .....	396
LÁMINA 17. Géneros <i>Oktavites</i> y <i>Spirograptus</i> .....	398
LÁMINA 18. Género <i>Rastrites</i> .....	400
LÁMINA 19. Géneros <i>Euroclimacis</i> . <i>Monoclimacis</i> .....	402
LÁMINA 20. Género <i>Monoclimacis</i> .....	404
LÁMINA 21. Géneros <i>Diversograptus</i> . <i>Barrandeograptus</i> . <i>Paradiversograptus</i> .....	406
LÁMINA 22. Género <i>Cyrtograptus</i> .....	408
LÁMINA 23. Euriptéridos .....	410
LÁMINA 24. Euriptéridos .....	412
LÁMINA 25. Filocáridos .....	414
LÁMINA 26. Ortocerátidos .....	416
LÁMINA 27. Ortocerátidos .....	418
LÁMINA 28. Ortocerátidos. Gasterópodos. Trilobites. Icnofósiles.....	420
LÁMINA 29. Bivalvos .....	422
LÁMINA 30. Bivalvos .....	424
LÁMINA 31. Braquiópodos.....	426
LÁMINA 32. Braquiópodos. Bivalvos.....	428
LÁMINA 33. Equinodermos. Annelida (Machaeridios). Gasterópodos .....	430
LÁMINA 34. Cornulítidos. Ostrácodos. Cnidarios.....	432
LÁMINA 35. Conodontos.....	434

**LÁMINA 1.** Modos de conservación de graptolitos en pizarras negras (1-4, 6, 13), areniscas (5, 7, 9, 10) y nódulos (8, 11-12) silúricos de la zona de estudio.

Fig. 1. *Stimulograptus* sp., acumulación de rabdosomas adultos aplastados, orientados transversalmente a la corriente, conservados como láminas blanquecinas en pizarras negras. MGM 1054 S. Loc. NP-A-1a. Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (x 1,5).

Fig. 2. *Torquigraptus* sp., acumulación circular de fragmentos de distintos rabdosomas, probablemente debido a un remolino; misma conservación que en la fig. 1. MGM 1055 S. Loc. CC MJ-12 (= CO-12). Biozona de *O. spiralis* (x 1,58).

Fig. 3. *Monograptus* sp., orientación por corrientes de varios rabdosomas adultos. MGM 1056 S. Loc. CC MJ-12 (= CO-12). Biozona de *O. spiralis* (x 1,71).

Fig. 4. Monograptidos indeterminables, “madeja” de fragmentos de rabdosomas. MGM 1057 S. Loc. GM EU-4. Biozona de *C. murchisoni*? (x 2,1).

Fig. 5. *Diversograptus ramosus* Manck, varios rabdosomas multiramados, doblados y orientados por una corriente dirigida de izquierda a derecha. MGM 1058 S. Loc. GR-16 (= CO-16). Biozona de *C. lapworthi* (x 1,08).

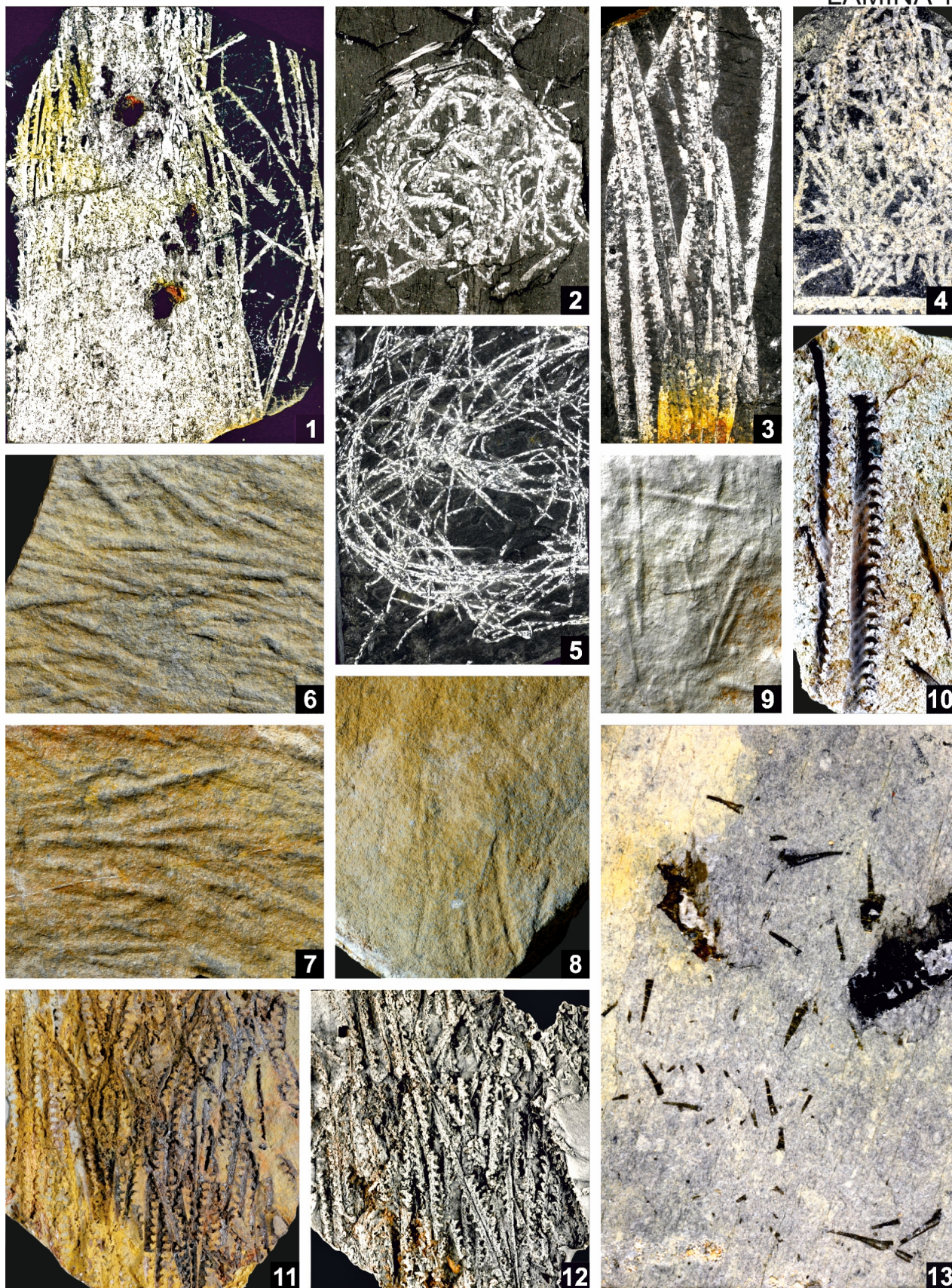
Figs. 6-9. Moldes de rabdosomas biserials, conservados en relieve en placas de areniscas y orientados parcialmente por corrientes. 6-8, Loc. CC GU JA-7 8. Aeroniense (6, MGM 1059 S, x 1,31; 7, MGM 1060 S, x 1,6; 8, MGM 1061 S, x 0,98). 9, MGM 1062 S. Loc. 19bis. Telychiense? (x 0,79).

Fig. 10. *Pristiograptus* sp. y *Monograptus* sp., conservados como moldes externos en hueco en el interior de un nódulo. MGM 1063 S. Loc. HD-G. Wenlock (x 1,89).

Figs. 11-12. Acumulación de monograptidos en relieve tridimensional dentro de un nódulo, y vaciado en látex de la misma. Loc. 865 (22-24-M5). Telychiense? (11, MGM 1064a S, x 1,45; 12, MGM 1064b S, x 1,45).

Fig. 13. *Metaclimacograptus* sp., estadios juveniles de desarrollo y sículas dispersas, en conservación carbonosa sobre una pizarra meteorizada de tonalidades claras. MGM 1065 S. Loc. EC SE-4. Telychiense (Biozonas de *Mcl. griestoniensis* a *T. tullbergi*) (x 6,22).







**LÁMINA 2.** Algunos ejemplos de preservación de graptolitos en los yacimientos estudiados.

Fig. 1. *Stimulograptus becki* (Barrande). Ejemplares conservados tridimensionalmente, con relleno arcilloso en limolitas. MGM 1066 S. Loc. CC GJ-4A (= CO-4A). Biozona de *S. turriculatus* (x 1,73).

Figs. 2- 4. *Pristiograptus* sp., vaciados en látex de ejemplares conservados en relieve en el interior de nódulos. 2- 3, Loc. HD-G. Wenlock (2, MGM 1063 S-1, x 7,27; 3, MGM 1063 S-2, x 2,3). 4, MGM 1069 S. Loc. BN-1 (x 2,42).

Fig. 5. Fragmentos de monograptidos en relieve; vaciado en látex a partir de un nódulo. MGM 1070 S. Loc. E BEL N-5. Biozona de *O. spiralis* (x 6,47).

Fig. 6. *Stimulograptus* cf. *becki* (Barrande), MGM 1071 S-1, y *Monograptus* cf. *marri* Perner, MGM 1071 S-2, conservados como películas brillantes en pelitas silicificadas. Loc. PT OB-1. Telychiense (x 1,78).

Fig. 7. *Metaclimacograptus* cf. *flamandi* (Legrand), molde arcilloso natural, transferido sobre látex negro. MGM 1072 S. Loc. GM EB-1. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (x 8,04).

Figs. 8-9. *Normalograptus scalaris* (Hisinger). MGM 1078 S. Loc. Los Toriles. Aeroniense? 8, rabdosomas en el interior de nódulos piritosos descompuestos, englobados en areniscas (x 0,9). 9, detalle de algunas colonias fosilizadas tridimensionalmente en óxidos de hierro (x 3,6).

Fig. 10. Monograptidos. Colonias de peridermo carbonoso conservado sobre una matriz más clara por alteración. MGM 1073 S. Loc. 26. Wenlock? (x 1,2).

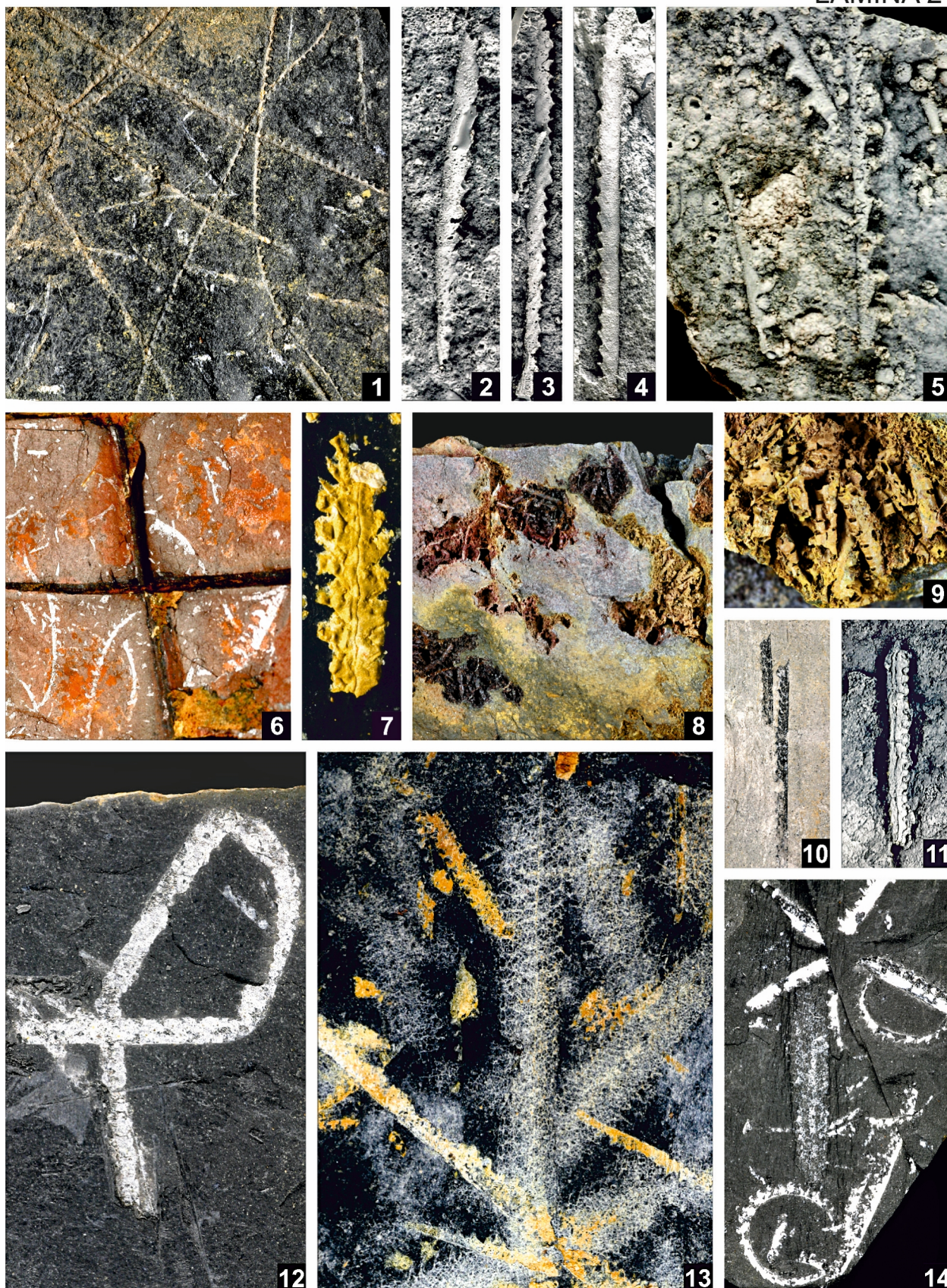
Fig. 11. *Pseudoglyptograptus*? sp. Molde interno de colonia fosilizada tridimensionalmente en pirita en pizarras. MGM 1074 S. Loc. sondeo Fabriquilla IV. Aeroniense (x 2,41).

Fig. 12. *Monoclimacis* cf. *flumendosae* (Gortani), colonia doblada sobre si misma, probablemente por anclaje de uno de sus extremos y la acción de la corriente, ilustrativa de la flexibilidad del rabdosoma. MGM 1075 S. Loc. HD-E. Wenlock (x 2,98).

Fig. 13. *Pseudoplegmatograptus* cf. *obesus* (Lapworth), varios rabdosomas reticulados mostrando una conservación diferencial (mucho más tenue) con respecto a los graptolitos de peridermo normal (más compactos y en parte limonitizados). MGM 1076 S. Loc. AL LP-B. Biozona de *Strep. crispus* (x 2,5).

Fig. 14. *Retiolites* sp. y diversos monograptidos (*Oktavites* sp., *Monograptus* sp., *Euroclimacis* sp.), mostrando la tenue conservación diferencial del rabdosoma reticulado del primero frente a los segundos. MGM 1077 S. Loc. CO-16. Biozona de *C. lapworthi* (x 2,13).





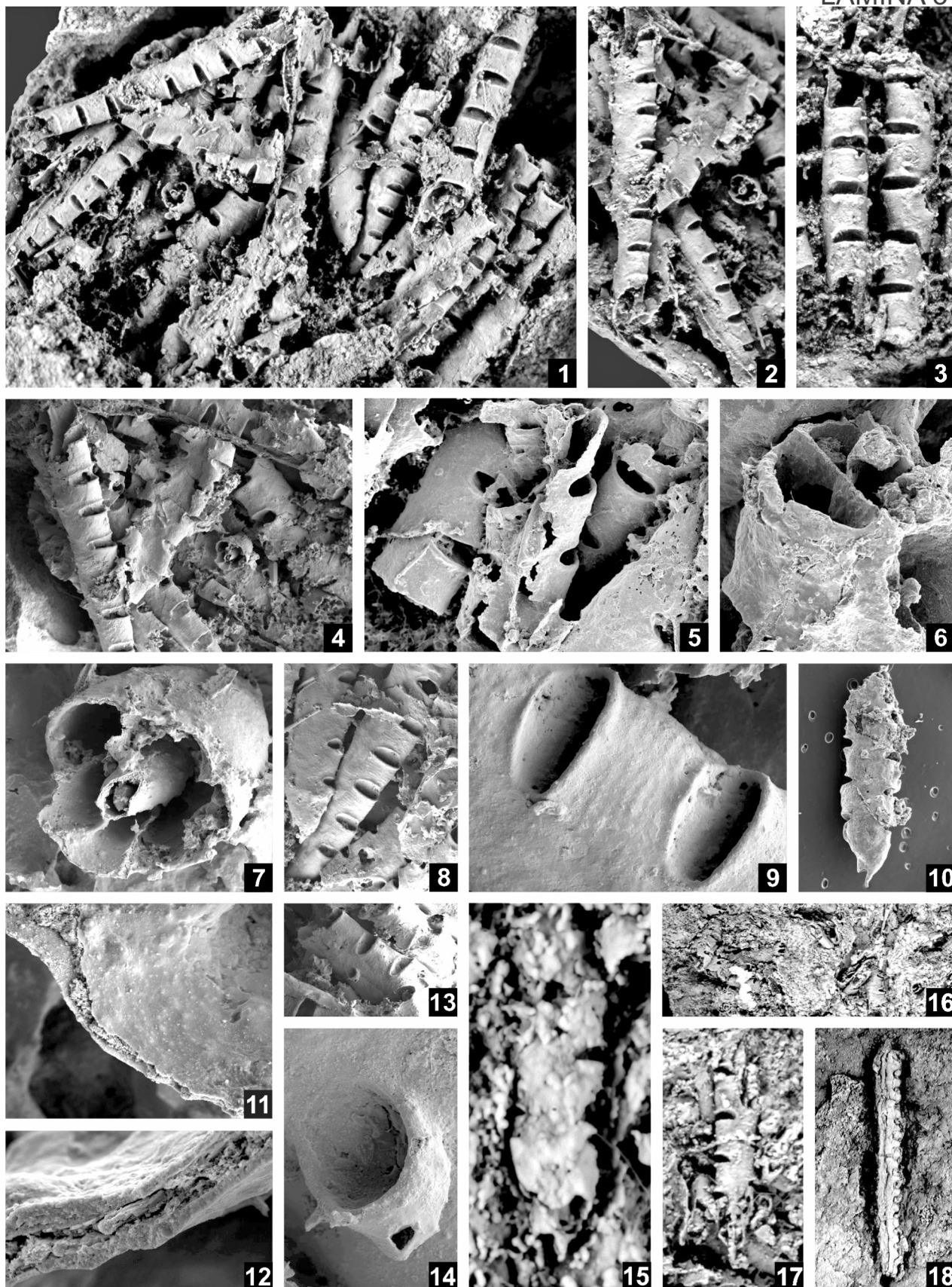


**LÁMINA 3.** Géneros *Normalograptus* y *Pseudoglyptograptus*?

Figs. 1-17. *Normalograptus scalaris* (Hisinger). 1-14, Loc. Los Toriles. Aeroniense? (1, x 6,53; 2, x 6,94; 3, x 8,52; 4, x 6,94; 5, x 18; 6, x 50; 7, x 47; 8, x 10; 9, x 48; 10, x 8,67; 11, x 200; 12, x 383; 13, x 9,33; 14, x 100). 15-17, MGM 1081 S. Loc. AL AM-1. Aeroniense? (15, x 21,11; 16, x 3,4; 17, x 8,89). MGM 1079 S, MGM 1080 S.

Fig. 18. *Pseudoglyptograptus*? sp. Molde interno de colonia fosilizada tridimensionalmente en pirita en pizarras. MGM 1074 S. Loc. sondeo La Fabriquilla IV. Aeroniense (x 2,5).



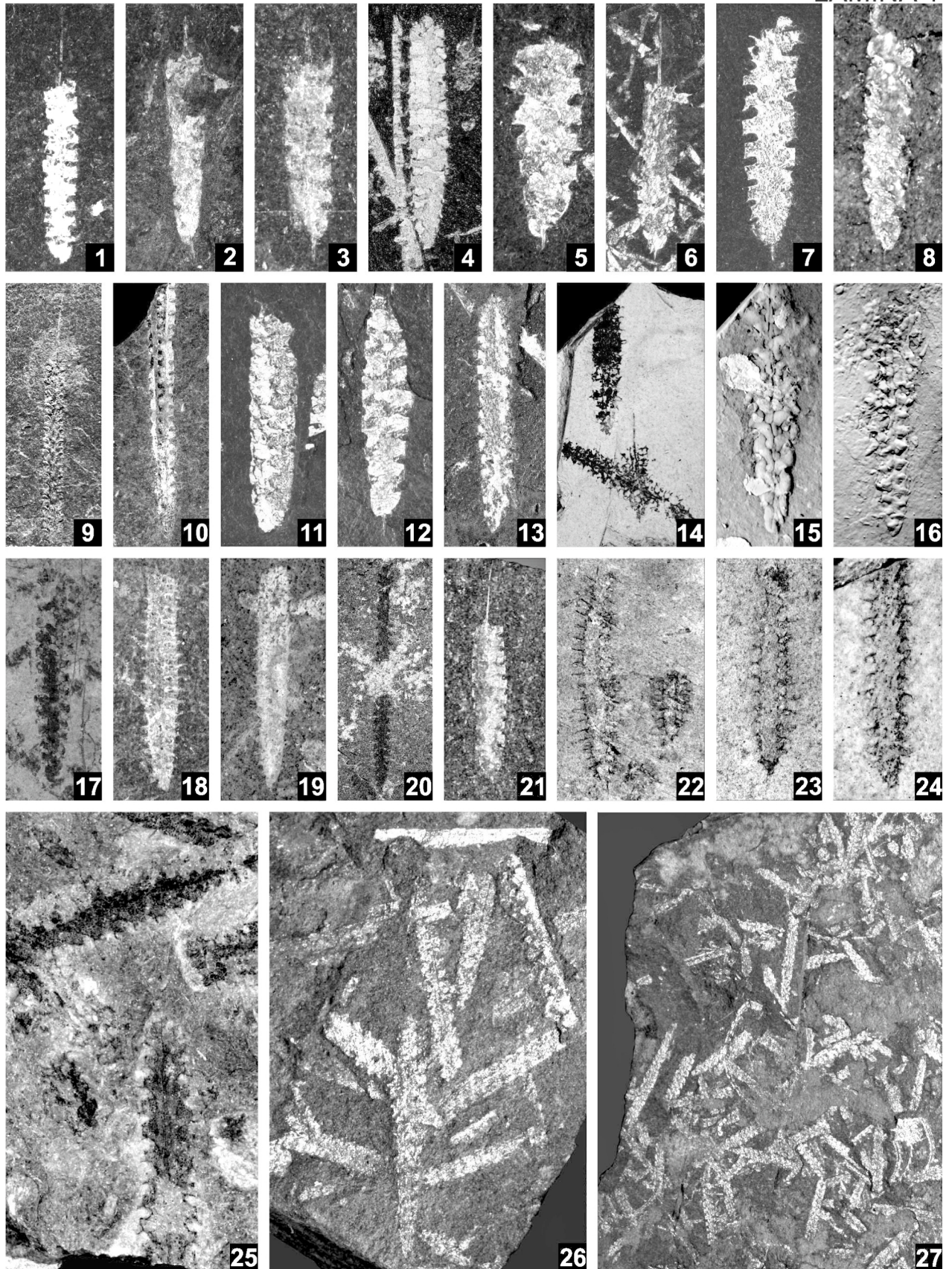


#### LÁMINA 4. Género *Metaclimacograptus*.

Figs. 1 a 13, 21. *Metaclimacograptus asejradi* Legrand. 1-3, Loc. 863 Vilches (= M-9816). Biozona de *R. linnaei* (subzonas *P. runcinatus* – *M. gemmatus* a *P. palmeus*) (1, MGM 1082 S, x 4,07; 2, MGM 1083 S, x 4,5; 3, MGM 1084 S, x 6,14). 4-7, 11-13, Loc. NP-A-1a (PN-1). Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (4, MGM 1085 S, x 3,56; 5, MGM 1086 S, x 7; 6, MGM 1087 S, x 3,35; 7, MGM 1088 S, x 5,74; 11, MGM 1092 S, x 4,93; 12, MGM 1093 S, x 5,49; 13, MGM 1094 S, x 3,23). 8, MGM 1089 S. Loc. 18. Biozona de *R. linnaei*? (x 10). 9, MGM 1090 S. Loc. CC GU JA-14 (=CC GJ-14). Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. runcinatus* – “*M*”. *gemmatus*) (x 2,43). 10, MGM 1091 S. Loc. CC GU JA-15 (=CC GJ-15). Biozona de *R. linnaei* (subzonas de *P. runcinatus* – “*M*”. *gemmatus* a *P. palmeus*) (x 2,47). 21, MGM 1102 S. Loc. Mina planta 14. Biozona de *R. linnaei*? (x 3,53).

Figs. 14 a 20, 22 a 27. *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand). 14-16, Loc. GM EB-1. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (14, MGM 1095 S, x 2,74; 15 (látex), MGM 1096 S, x 6,23; 16 (látex), MGM 1097 S, x 7,65). 17, MGM 1098 S. Loc. GM EB-0. Biozona de *Mcl. griestoniensis*? (x 4,13). 18-19, Loc. GM EB-1T. Biozona de *T. tullbergi* (18, MGM 1099 S, x 3,41; 19, MGM 1100 S, x 3,25). 20, MGM 1101 S. Loc. SB PQ-1. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (x 1,91). 22-24, Loc. EC SE-3. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (22, MGM 1103 S, x 2,73; 23, MGM 1104 S, x 3,14; 24, MGM 1105 S, x 4,22). 25, MGM 1106 S. Loc. EC SE-6. Biozonas de *Mcl. griestoniensis* a *T. tullbergi* (x 5,74). 26, MGM 1107 S. Loc. SB PQ-2. Biozona de *Mcl. griestoniensis*? (x 3,2). 27, MGM 1108 S. Loc. SB PQ-3. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (x 2,35).



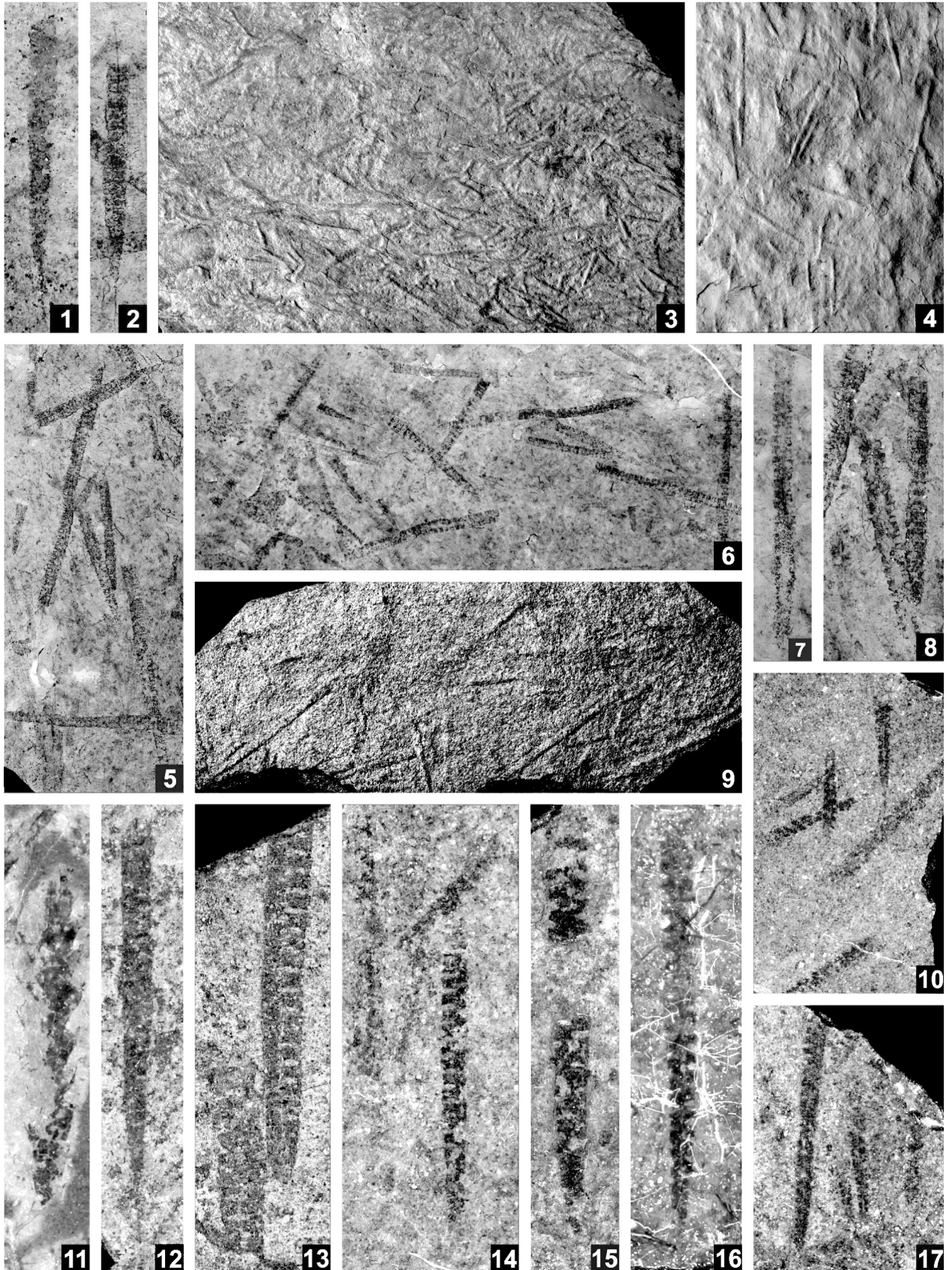


**LÁMINA 5.** Géneros *Rhaphidograptus* y *Glyptograptus*?

Figs. 1-10, 12-17. *Rhaphidograptus toernquisti* (Elles & Wood). 1, MGM 1109 S. Loc. CHE-(-1). Aeroniense (x 2,63). 2-8, Loc. AL LP. Aeroniense (2, MGM 1110 S, x 1,9; 3, MGM 1112 S, x 1,43; 4, MGM 1113 S, x 0,59; 5, MGM 1110 S, x 1,13; 6, MGM 1111 S, x 0,94; 7, MGM 1111 S, x 1,68; 8, MGM 1111 S, x 2,35). 9-10, 12-17, Loc. C GU JA-7,8. Aeroniense (9, MGM 1114 S, x 1,17; 10, MGM 1115 S, x 1,5; 12, MGM 1117 S, x 2,92; 13, MGM 1118 S, x 3,54; 14, MGM 1119 S, x 2,37; 15, MGM 1120 S, x 3,37; 16, MGM 1121 S, x 3,125; 17, MGM 1122 S, x 1,78).

Fig. 11. *Glyptograptus*? sp. MGM 1116 S. Loc. CHE-1,2. Biozona de *R. linnaei* (subzonas de *P. runcinatus*-“M”. *gemmatus* a *P. palmeus*) (x 7,43).





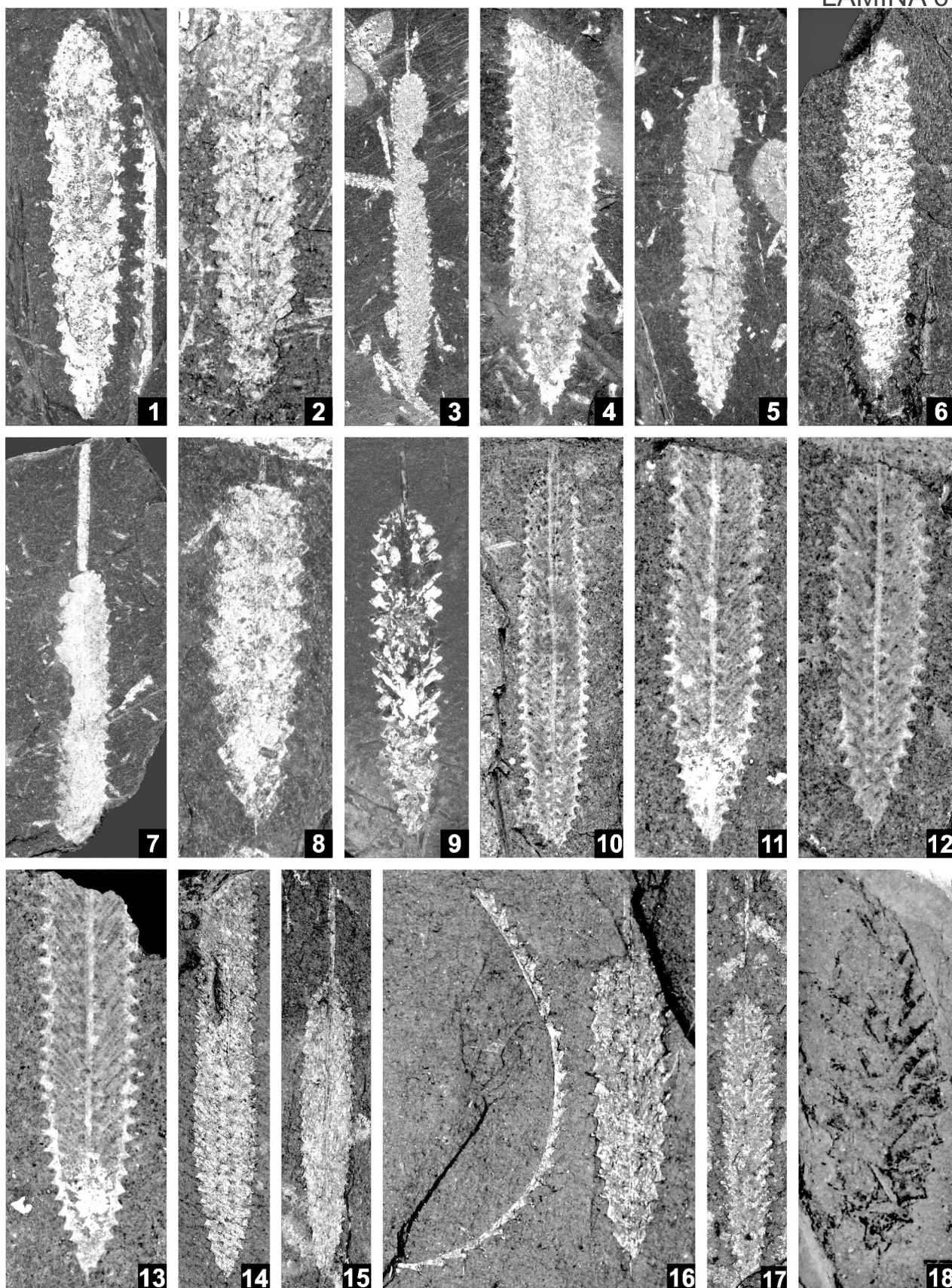


**LÁMINA 6.** Género *Parapetalolithus*.

Figs. 1-6, 8. *Parapetalolithus hispanicus* (Haberfelner). 1, MGM 1123 S. Loc. 863 Vilches (= M-9816). Biozona de *R. linnaei* (x 3,57). 2, MGM 1124 S. Loc. 18. Biozona de *R. linnaei*? (x 4,375). 3-6, 8, Loc. NP-A-1a (= PN-1). Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (3, MGM 1125 S, x 1,49; 4, MGM 1126 S, x 2,78; 5, MGM 1127 S, x 2,77; 6, MGM 1128 S, x 4,06; 8, MGM 1130 S, x 5,98).

Figs. 7, 18. *Parapetalolithus palmeus* (Barrande). 7, MGM 1129 S. Loc. NP-A-1a (= PN-1). Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (x 2,41). 18, MGM 1140 S. Loc. CHE-3. Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. palmeus*) (x 7,5).

Figs. 9-17. *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand). 9, MGM 1131 S. Loc. CO-5. Biozona de *Strep. crispus*. x 7,84. 10-13, Loc. GM EB-1T. Biozona de *T. tullbergi* (10, MGM 1132 S, x 2,68; 11, MGM 1133 S, x 3,84; 12, MGM 1134 S, x 4,01; 13, MGM 1135 S, x 3,89). 14-16, Loc. EC SE-1. Biozona de *Strep. crispus* (14, MGM 1136 S, x 3; 15, MGM 1137 S, x 2,5; 16 (junto con *T. arcuatus*), MGM 1138 S, x 4,42). 17, MGM 1139 S. Loc. GM PO (CENT). Biozona de *Mcl. griestoniensis*. (x 2,38).



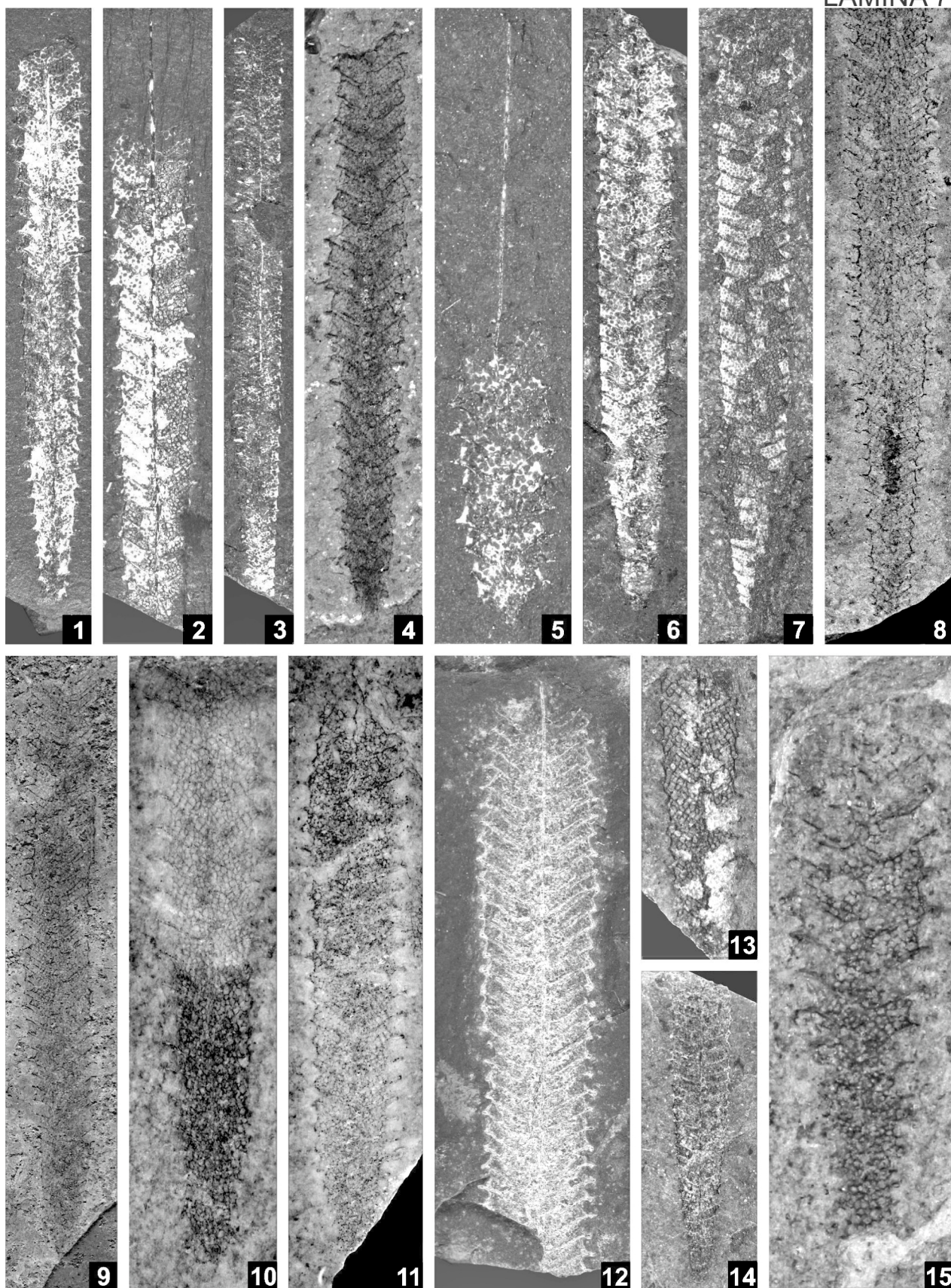
**LÁMINA 7. Género *Retiolites*.**

Figs. 1-4. *Retiolites angustidens* Elles & Wood. 1, 2, Loc. GR-16 (= CO-16). Biozona de *C. lapworthi* (1, MGM 1141 S, x 4; 2, MGM 1142 S, x 4,6). 3, MGM 1143 S. Loc. CO-18. Biozona de *C. murchisoni*? (x 2,95). 4, MGM 1144 S. Loc. GM EB-8. Biozona de *O. spiralis* (x 5).

Figs. 5-14. *Retiolites geinitzianus* (Barrande). 5, MGM 1145 S. Loc. CO-15. Biozonas de *O. spiralis* a *C. lapworthi* (x 6,9). 6, MGM 1143 S. Loc. CO-18. Biozona de *C. murchisoni*? (x 4,41). 7, MGM 1147 S. Loc. CO-20. Biozona de *C. murchisoni* (x 3,6). 8, MGM 1148 S. Loc. GM GN-4. Biozona de *M. griestoniensis* (mínimo) (x 3). 9, MGM 1149 S. Loc. 32. Telychiense? (x 3,03). 10-11, Loc. GM EC-1. Wenlock? (10, MGM 1150 S, x 7,08; 11, MGM 1151 S, x 4,7). 12, MGM 1152 S. Loc. 6. Biozonas de *T. tullbergi* a *O. spiralis*? (x 4,09). 13-14, Loc. SB PQ-36. Wenlock (13, MGM 1153 S, x 2,4; 14, MGM 1154 S, x 4,1).

Fig. 15. *Retiolites* cf. *geinitzianus* (Barrande). MGM 1155 S. Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis*, o algo por encima (x 8,92).





**LÁMINA 8.** Retiolítidos.

Figs. 1-2, 6. *Pseudoplegmatograptus obesus* (Lapworth). Loc. AL LP-B. Biozona de *Strep. crispus* (1, MGM 1076 S-1, x 4,44; 2, MGM 1076 S-2, x 3,09; 6, MGM 1076 S-3, x 4,4).

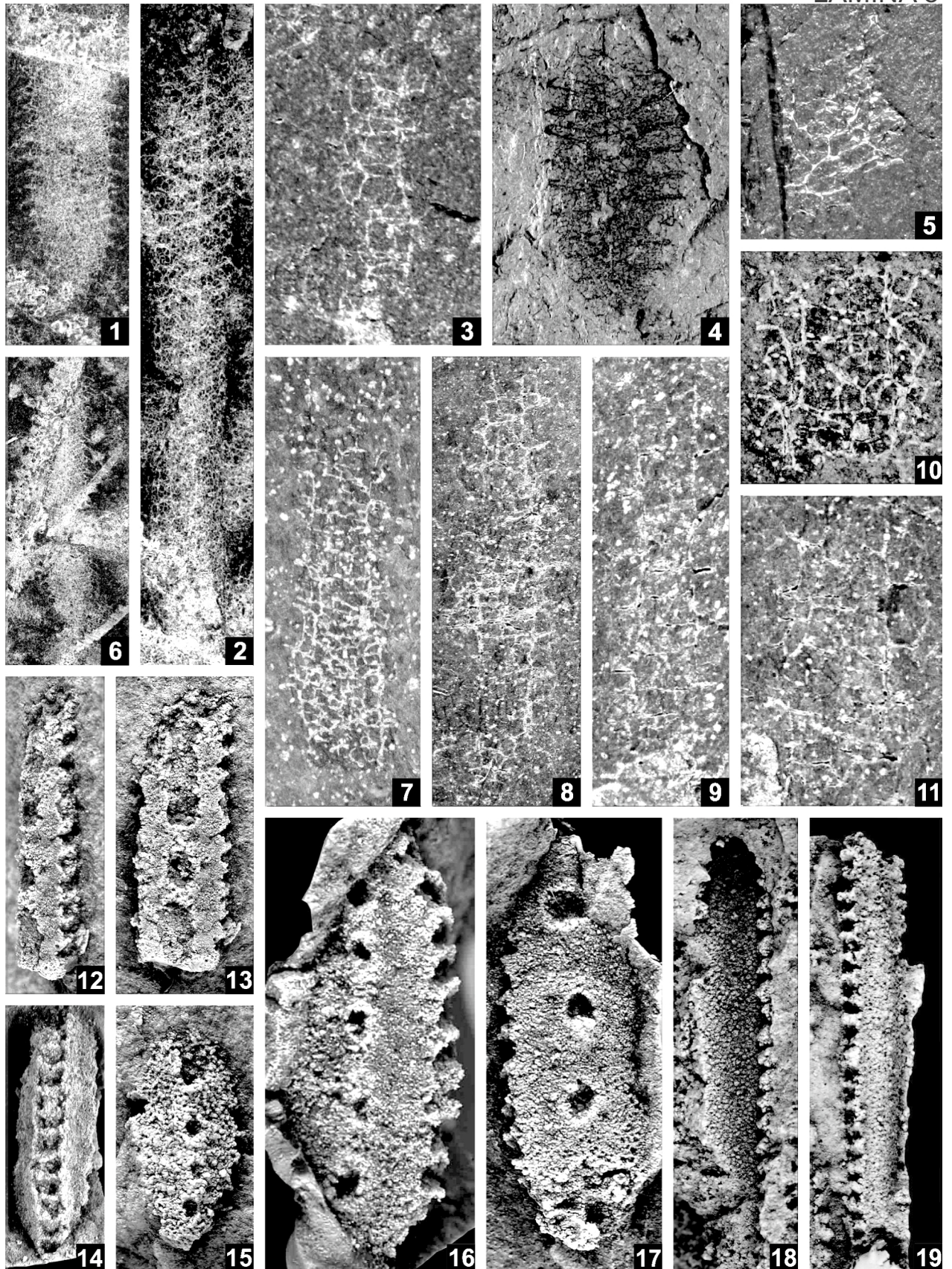
Fig. 3. *Paraplectograptus* sp. MGM 1156 S. Zarza de Alange. Wenlock (x 9,5).

Figs. 4-5. *Pseudoplegmatograptus* sp. 4, MGM 1157 S. Loc. 33. Telychiense (x 6,6). 5, MGM 1158 S. Loc. CO-8a. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (x 10).

Figs. 7-11. *Sokolovograptus textor* (Bouček & Münch). Loc. PT RE-13. Biozona de *C. perneri* -*C. ramosus* (7, MGM 1159 S, x 10; 8, MGM 1160 S, x 7,13; 9, MGM 1161 S, x 7,5; 10, MGM 1162 S, x 13,75; 11, MGM 1163 S, x 12).

Figs. 12-19. *Stomatograptus* sp. 12-17 (látex). Loc. Valdecaballeros. Biozona de *T. tullbergi* (12, MGM 1164 S, x 5; 13, MGM 1164 S, x 5,1; 14, MGM 1165 S, x 5,39; 15, MGM 1166 S, x 5,88; 16, MGM 1167 S, x 11,25; 17, MGM 1168 S, x 7,8). 18-19, MGM 1169 S. Loc. GM EU-2. Biozona de *O. spiralis*? (18, x 4,53; 19 (látex), x 4,51).





#### LÁMINA 9. Género *Pristiograptus*.

Figs. 1-3. *Pristiograptus renaudi* (Philippot). 1-2, Loc. CC GU JA-14. Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. runcinatus*-“*M*”. *gemmatus*) (1, fragmento distal, MGM 1170 S, x 2,67; 2, detalle proximal, MGM 1171 S, x 6,63). 3, MGM 1172 S. Loc. NP-A-1a (= PN-1). Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (x 2,18).

Fig. 4. *Pristiograptus bjerringus* (Bjerreskov). MGM 1173 S. Loc. CO-3. Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (x 2,8).

Figs. 5, 8. *Pristiograptus variabilis* (Perner). 5, MGM 1174 S. Loc. CHE-1,2. Biozona de *R. linnaei* (subzonas de *P. runcinatus*-“*M*”. *gemmatus* a *P. palmeus*) (x 2,86). 8, MGM 1177 S. Loc. CC GU JA-15. Biozona de *R. linnaei* (subzonas de *P. runcinatus*-“*M*”. *gemmatus* a *P. palmeus*) (x 5,27).

Fig. 6. *Pristiograptus pristinus* Přibyl. MGM 1175 S. Loc. CC GU JA-12. Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. runcinatus*-“*M*”. *gemmatus*) (x 2).

Figs. 7, 15. *Pristiograptus praedubius* (Bouček). Loc. CC MJ-18 (= CO-18). Biozona de *C. murchisoni*? (7, MGM 1176 S, x 6,62; 15, MGM 1184 S, x 5,14).

Figs. 9, 17. *Pristiograptus latus* (Bouček). 9, MGM 1178 S. Loc. 81-Ci-15. Wenlock (x 3,51). 17, MGM 1186 S. Loc. CO-22. Biozona de *M. riccartonensis* (¿*P. dubius*?) (x 4,41).

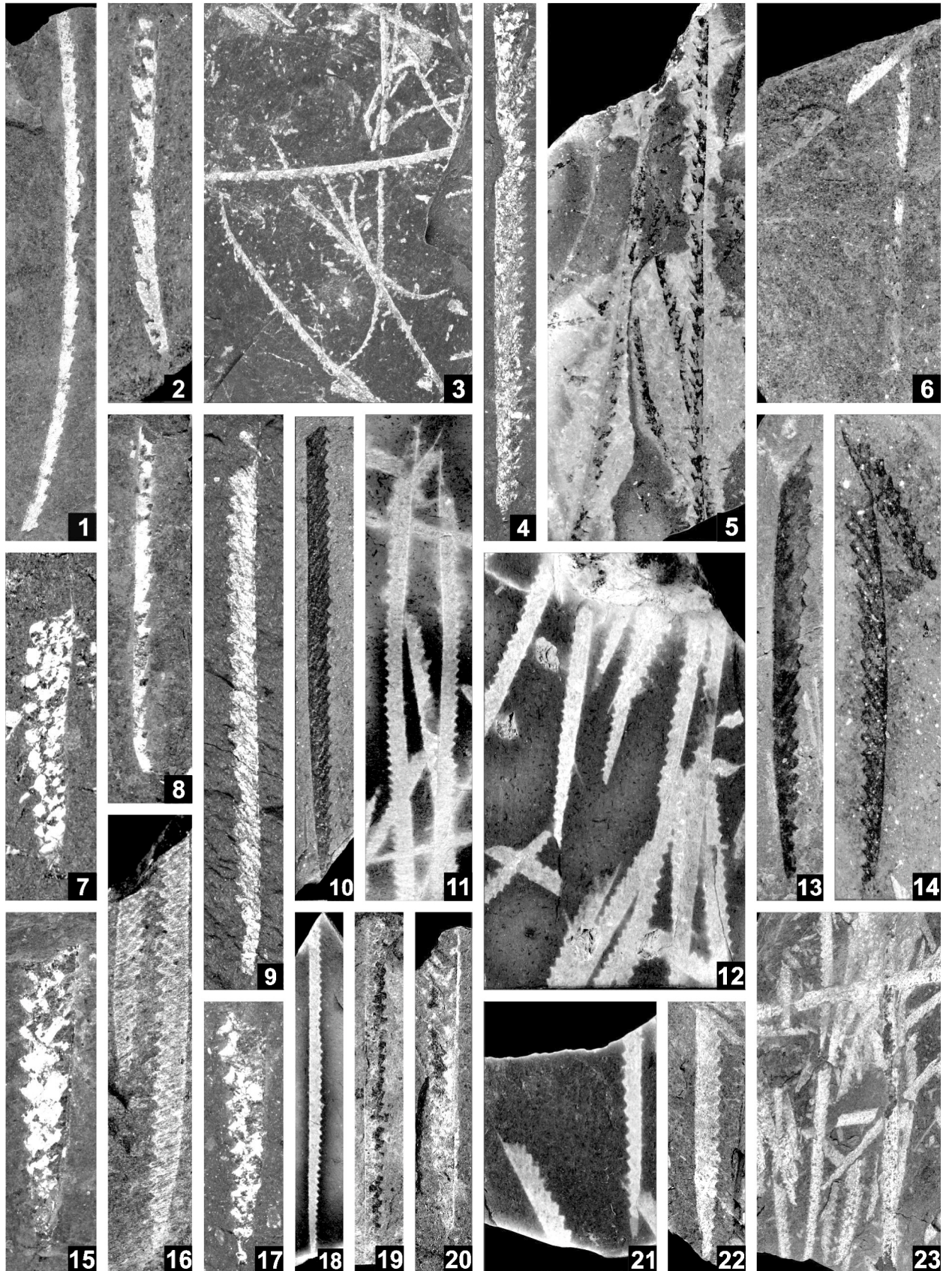
Figs. 10, 19-20, 22-23. *Pristiograptus* cf. *meneghini* (Gortani). 10, MGM 1179 S. Loc. SB PQ-38bis. Wenlock (x 1,89). 19, MGM 1188 S. Loc. CHW-9. Biozona de *C. perneri*-*C. ramosus* (x 1,88). 20, MGM 1189 S. Loc. CHW-4. Wenlock (x 2,64). 22-23, Loc. Torrejón. Wenlock? (22, MGM 1191 S, x 1,84; 23, MGM 1192 S, x 0,76).

Figs. 11-12, 18, 21. *Pristiograptus meneghini* (Gortani). Loc. HD-B. Wenlock (11, MGM 1180 S, x 1,33; 12, MGM 1181 S, x 1,55; 18, MGM 1187 S, x 0,98; 21, MGM 1190 S, x 1,74).

Figs. 13-14. *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček). 13, MGM 1182 S. Loc. SB PQ-41. Wenlock (x 3,05). 14, MGM 1183 S. Loc. SB PQ-37bis. Wenlock (x 3,05).

Fig. 16. *Pristiograptus largus* (Perner). MGM 1185 S. Loc. PS-6. Wenlock (x 2,8).





**LÁMINA 10.** Géneros *Pristiograptus*, *Saetograptus* y *Cochlograptus*.

Figs. 1-10, 20. *Pristiograptus dubius* (Suess). 1, MGM 1193 S. Loc. CHW-5. Biozonas de *M. belophorus*-*C. rigidus* a *C. lundgreni* (x 6,7). 2, 7, 20, Loc. CO-23. Biozona *M. belophorus*-*C. rigidus* (2, MGM 1194 S, x 5,16; 7, MGM 1199 S, x 3,85; 20, MGM 1212 S, x 4,87). 3-5, Loc. CO-26. Biozonas de *M. belophorus*-*C. rigidus* a *C. perneri*-*C. ramosus* (3, MGM 1195 S, x 3,13; 4, MGM 1196 S, x 3,41; 5, MGM 1197 S, x 4,77). 6, MGM 1198 S. Loc. HD-C. Wenlock? (x 3,98). 8, MGM 1200 S. Loc. 4. Biozona de *M. belophorus*-*C. rigidus* (x 2,96). 9-10, Loc. CO-22. Biozona de *M. riccartonensis* (*P. dubius*?) (9, MGM 1201 S, x 4,13; 10, MGM 1202 S, x 5,13).

Figs. 11-15, 17-18. *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček). 11-13, Loc. CHW-14. Biozona de *C. lundgreni* (11, MGM 1203 S, x 2,94; 12, MGM 1204 S, x 3,82; 13, MGM 1205 S, x 3,7). 14, MGM 1206 S. Loc. CO-32. Biozona de *C. lundgreni*? (x 5,1). 15, MGM 1207 S. Loc. PT RE-23. Biozona de *C. lundgreni*? (x 6,02). 17-18, Loc. CHW-25. Biozona de *C. lundgreni* (17, MGM 1209 S, x 2,95; 18, MGM 1210 S, x 4,13).

Fig. 16. *Pristiograptus praedubius* (Bouček). MGM 1208 S. Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis*, o algo por encima (x 7,625).

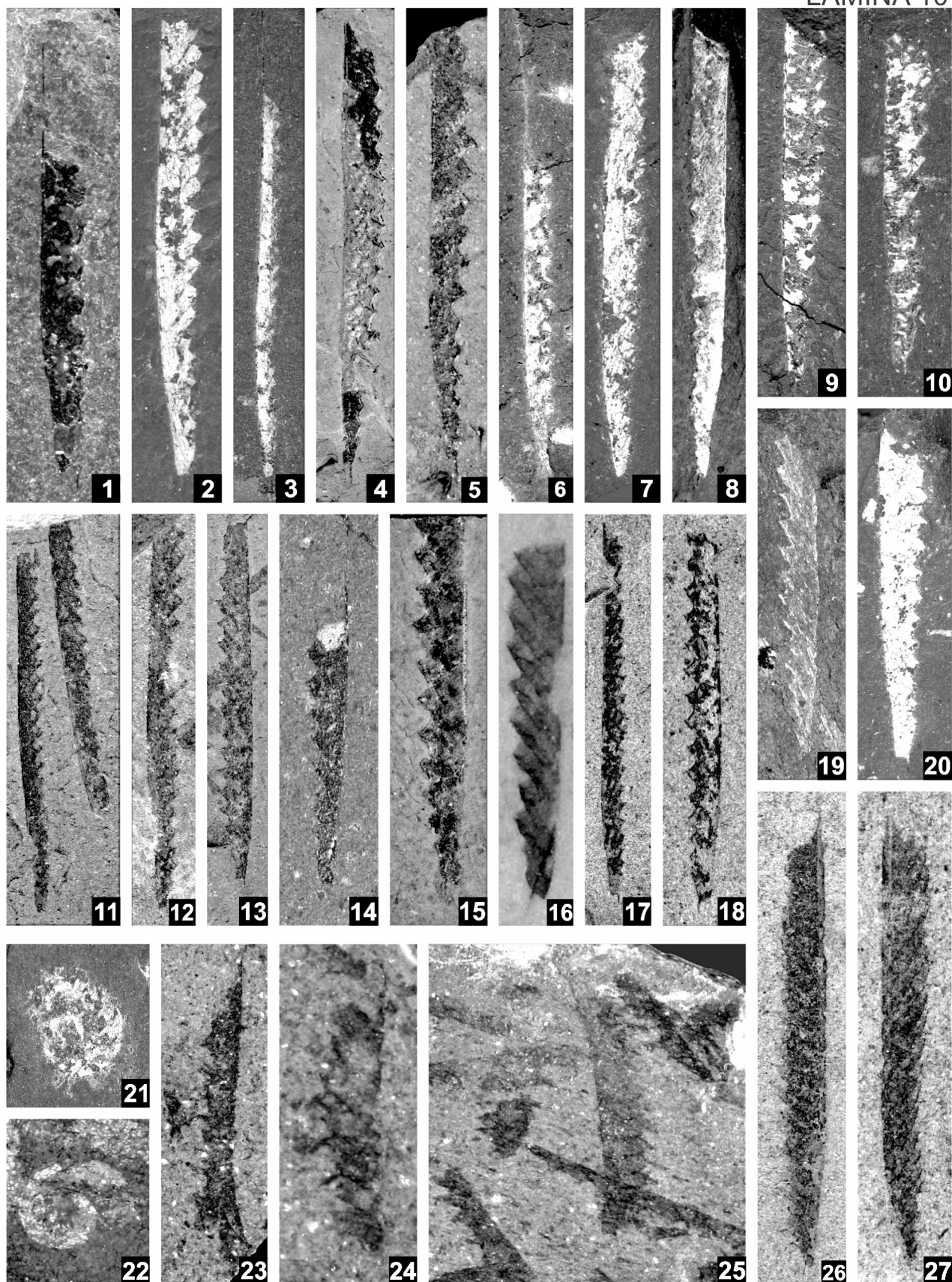
Fig. 19. *Pristiograptus* cf. *dubius* (Suess). MGM 1211 S. Loc. PS-6. Wenlock (x 4,24).

Figs. 21-22. *Cochlograptus veles* (Richter). 21, MGM 1213 S. Loc. CO-5. Biozona de *Strep. crispus* (x 4,5). 22, MGM 1214 S. Loc. Mina de Almadén. Biozona de *T. tullbergi* (x 5,68).

Figs. 23-25. *Saetograptus* cf. *linearis* (Bouček). Loc. SB PQ-52. Ludlow (23, MGM 1215 S, x 4,76; 24, MGM 1216 S, x 10; 25, MGM 1217 S, x 6,46).

Figs. 26-27. *Saetograptus* cf. *chimaera* (Bouček). Loc. Alange. Ludlow (26, MGM 1218 S, x 4,1; 27, MGM 1219 S, x 4,71).





**LÁMINA 11.** Géneros *Streptograptus*, *Campograptus* y *Lituigraptus*.

Fig. 1. *Streptograptus* cf. *anginus* (Příbyl). MGM 1220 S. Loc. GM GN-6. Biozona de *O. spiralis* (x 4,73).

Figs. 2-5, 10-12. "*Streptograptus*" *antennularis* (Meneghini). 2-5, Loc. CO-23. Biozona de *M. belophorus*-*C. rigidus* (2, MGM 1221 S, x 2,69; 3, MGM 1222 S, x 5,78; 4, MGM 1223 S, x 4,12; 5, MGM 1224 S, x 4,31). 10 MGM 1229 S. Loc. HD-F. Biozonas de *M. belophorus*-*C. rigidus* a *C. perneri*-*C. ramosus* (x 2,58). 11-12, Loc. 4. Biozona de *M. belophorus*-*C. rigidus* (11, MGM 1230 S, x 3,92; 12, MGM 1231 S, x 3,41).

Fig. 6. *Streptograptus linearis* Chen. MGM 1225 S. Loc. CO-1. Biozona de *R. linnaei* (Subzona de *P. hispanicus* ?) (x 3,84).

Fig. 7. *Streptograptus* cf. *nodifer* (Törnquist). MGM 1226 S. Loc. GM GN-6. Biozona de *O. spiralis* (x 8,87).

Fig. 8. *Streptograptus* cf. *filiformis* Chen. MGM 1227 S. Loc. CHE-3. Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. palmeus*) (x 2,42).

Fig. 9. *Streptograptus exiguus* (Nicholson). MGM 1228 S. Loc. AL LP-B. Biozona de *Strep. crispus* (x 3,12).

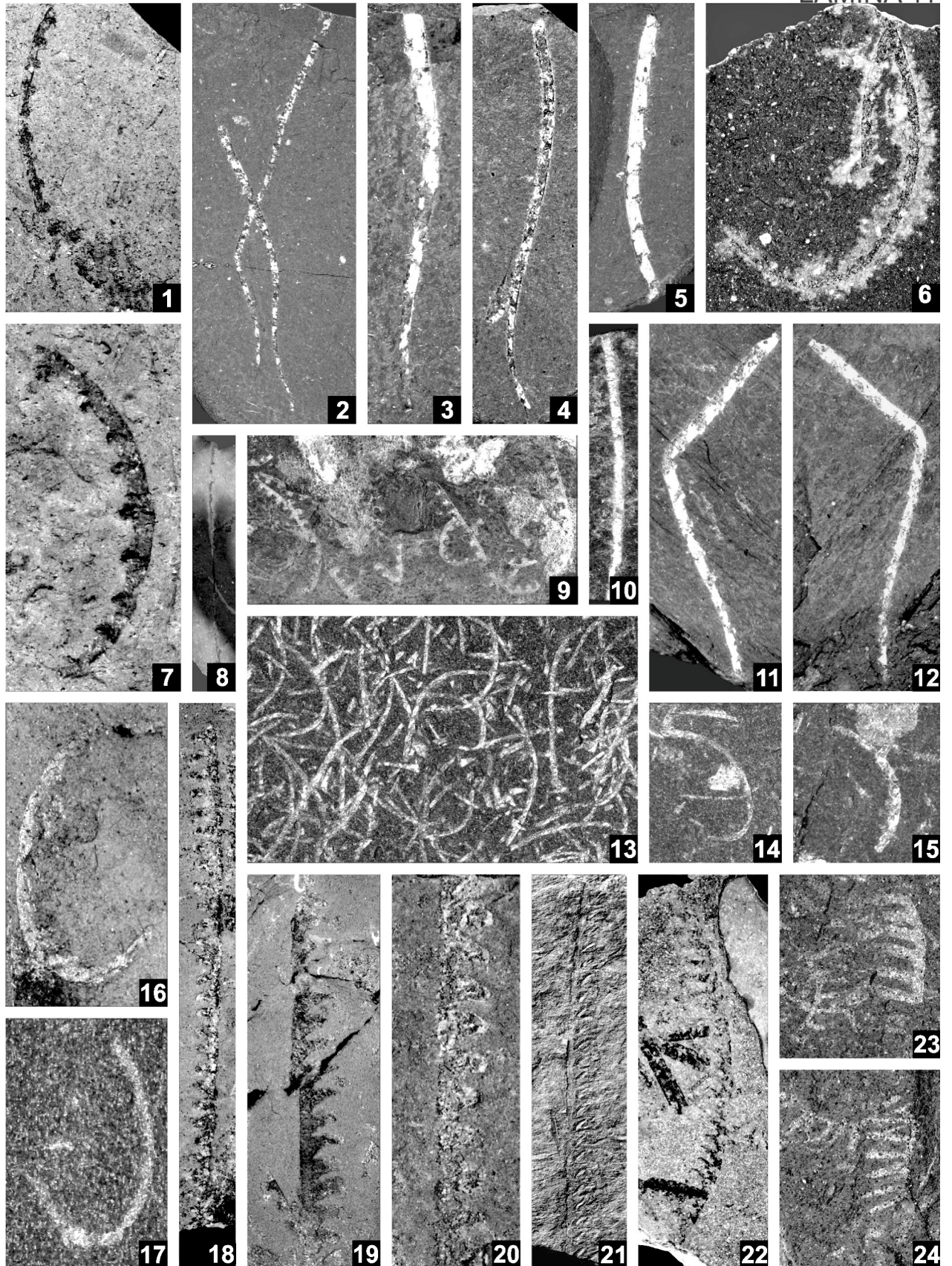
Fig. 13. *Streptograptus plumosus* (Baily). MGM 1232 S. Loc. NP-A-1a (= PN-1). Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (x 5,5).

Figs. 14-17. *Streptograptus* cf. *plumosus* (Baily). Loc. NP-A-1a (= PN-1). Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (14, MGM 1233 S, x 2,94; 15, MGM 1234 S, x 3,33; 16, MGM 1235 S, x 3,75; 17, MGM 1236 S, x 7,63).

Figs. 18-22. *Campograptus lobiferus* (M'Coy). 18-20, Loc. Cantohincado. Biozona de *L. convolutus*? (18, MGM 1237 S, x 2,38; 19, MGM 1238 S, x 2,14; 20, MGM 1239 S, x 5). 21, MGM 1240 S. Loc. CC GU JA-11. Aeroniense? (x 2,22). 22, MGM 1241 S. Loc. CHE-(-2). Aeroniense? (x 2,4).

Figs. 23-24. *Lituigraptus convolutus* (Hisinger). Loc. Cantohincado. Biozona de *L. convolutus*? (23, MGM 1242 S, x 4,35; 24, MGM 1243 S, x 4,67).





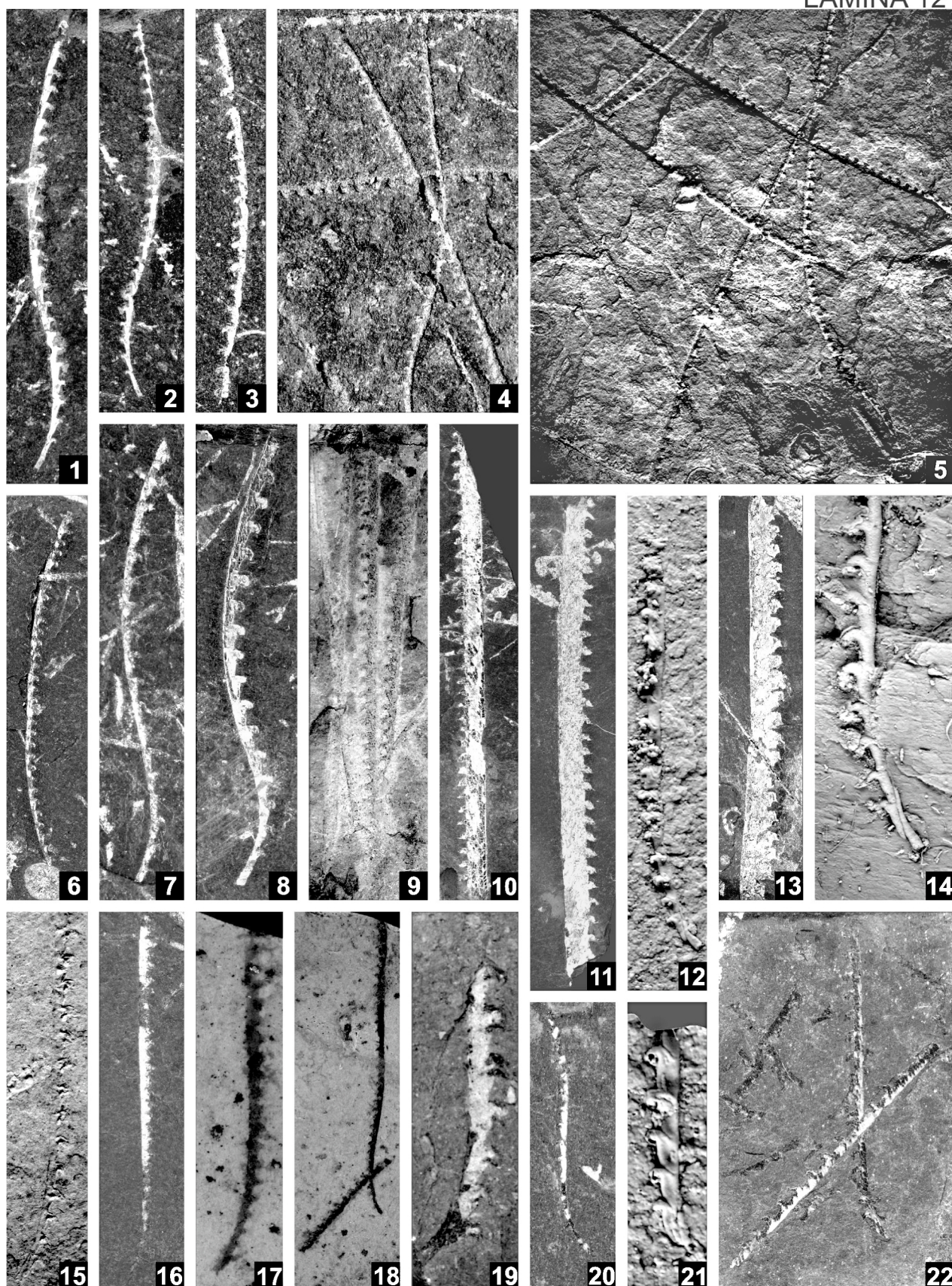
## LÁMINA 12. Género *Stimulograptus*.

Figs. 1-8, 14. *Stimulograptus becki* (Barrande). 1-3, Loc. 863 Vilches (= M-9816). Biozona de *R. linnaei* (subzonas *P. runcinatus* – *M. gemmatus* a *P. palmeus*) (1, MGM 1244 S, x 3,22; 2, MGM 1245 S, x 2,85; 3, MGM 1246 S, x 3,78). 4-5, MGM 1266 S. Loc. CO-4a. Biozona de *M. turriculatus* (4, x 2,99; 5, x 1,97). 6-8, 14, Loc. NP-A-1a (= PN-1). Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (6, MGM 1247 S, x 2,15; 7, MGM 1248 S, x 4,46; 8, MGM 1249 S, x 2,23; 14 (látex), MGM 1155 S, x 8,57).

Figs. 9-11, 13. *Stimulograptus halli* (Barrande). 9, MGM 1250 S. Loc. CHE-2. Biozona de *R. linnaei* (Subzonas de *P. runcinatus*–*M. gemmatus* a *P. palmeus*) (x 2,22). 10-11, 13, Loc. NP-A-1a (= PN-1). Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (10, MGM 1251 S, x 1,98; 11, MGM 1252 S, x 2,43; 13, MGM 1254 S, x 2,15).

Figs. 12, 15-22. *Stimulograptus splendens* Štorch. 12, 21, Loc. CC MJ-12 (CO-12). Biozona de *O. spiralis* (12 (látex), MGM 1253 S, x 4,72; 21 (látex), MGM 1262 S, x 7,6). 15, MGM 1256 S. Loc. GM EB-1. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (x 4,44). 16, MGM 1257 S. Loc. CO-13. Biozona de *O. spiralis* (x 2,63). 17-18, Loc. PT RE 11W. Biozonas de *O. spiralis* a *C. lapworthi* (17, MGM 1258 S, 3,34; 18, MGM 1259 S, x 1,57). 19, 22, Loc. GM EB-3A. Biozona de *O. spiralis* (19, MGM 1260 S, x 9,44; 22, MGM 1263 S, x 3,27). 20, MGM 1261 S. Loc. CO-4. Biozona de *S. turriculatus* (x 4,41).





**LÁMINA 13.** Género *Monograptus*.

Figs. 1-14, 21. *Monograptus belophorus* (Meneghini). 1, MGM 1264 S. Loc. 81-Ci-15. Wenlock (x 0,5). 2, MGM 1265 S. Loc. 81-Ci-16. Wenlock (x 3). 3-4, Loc. 81-Ci-17. Biozona de *M. belophorus*-*C. rigidus* ? (3, MGM 1266 S, x 2,27; 4, MGM 1267 S, x 5,6). 5-7, Loc. CO-23. Biozona de *M. belophorus*-*C. rigidus* (5, MGM 1268 S, x 2,5; 6, MGM 1269 S, x 2,84; 7, MGM 1270 S, x 2,05). 8-9, Loc. CO-24. Biozona de *M. belophorus*-*C. rigidus* (8, MGM 1271 S, x 1,52; 9, MGM 1272 S, x 1,9). 10-11, MGM 1273 S. Loc. HD-F. Biozonas de *M. belophorus*-*C. rigidus* a *C. perneri*-*C. ramosus* (10, x 2,86; 11, x 1,79). 12-14, Loc 3. Wenlock (12, MGM 1274 S, x 5,22; 13, MGM 1275 S, x 1,22; 14, MGM 1276 S, x 4,21). 21, MGM 1283 S. Loc. 30. Wenlock (x 2,08).

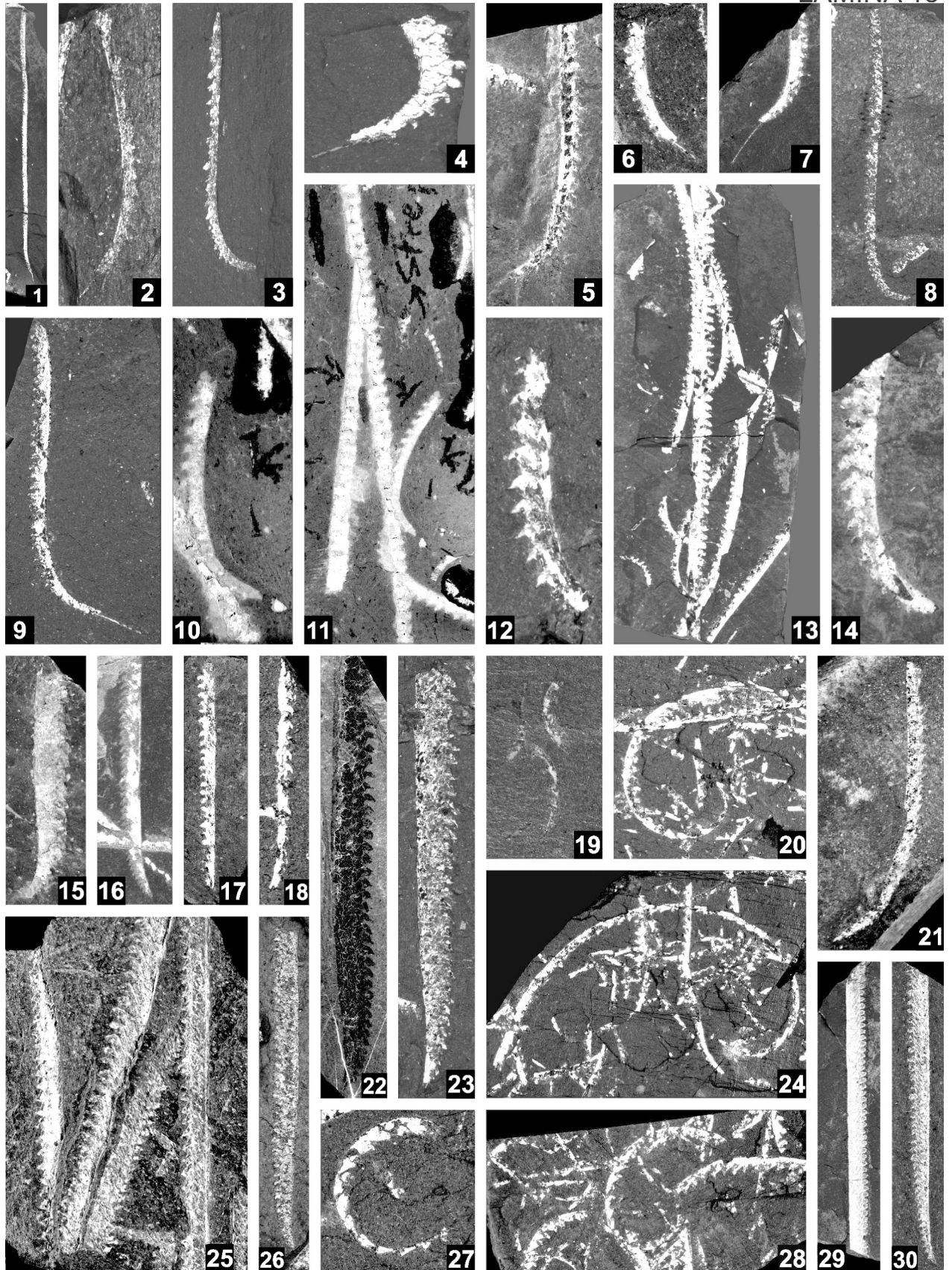
Figs. 15-16, 22-23, 25-26, 29-30. *Monograptus flemingii* (Salter). 15, MGM 1277 S. Loc. PT RE-14. Biozonas de *C. perneri* -*C. ramosus* a *C. lundgreni* ? (x 2,9). 16, MGM 1278 S. Loc. HD-F. Wenlock (x 1,39). 22, MGM 1284 S. Loc. CHW-10. Wenlock (x 1,84). 23, MGM 1285 S. Loc. CO-29. Biozona de *C. lundgreni* (x 2,96). 25, MGM 1287 S. Loc. Cáceres. Wenlock (x 2). 26, MGM 1267 S. Loc. CO-26. Biozonas de *M. belophorus*-*C. rigidus* a *C. perneri*- *C. ramosus* (x 1,625). 29-30, Loc. Zarza de Alange. Wenlock (29, MGM 1337 S, x 0,87; 30, MGM 1338 S, x 1,33).

Figs. 17-18. *Monograptus firmus*? Bouček. Loc. CO-19. Biozona de *C. murchisoni*? (17, MGM 1279 S, x 1,79; 18, MGM 1280 S, x 3,2).

Fig. 19. *Monograptus drepanoformis* Toghill & Strachan. MGM 1281 S. Loc. CO-9. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (x 3,9).

Figs. 20, 24, 27-28. *Monograptus curvus* Manck. Loc. CC MJ-12 (= CO-12). Biozona de *O. spiralis* (20, MGM 1282 S, x 2,27; 24, MGM 1286 S, x 1,87; 27, MGM 1068 S, x 4,22; 28, MGM 1146 S, x 2,25).





**LÁMINA 14.** Género *Monograptus*.

Figs. 1-2. *Monograptus* cf. *riccartonensis* Lapworth. 1, MGM 1288 S. Loc. CO-27. Biozona de *C. perneri*-*C. ramosus* (x 3,15); 2, MGM 1289 S. Loc. SB PQ-38. Wenlock (x 6,66).

Fig. 3. *Monograptus* cf. *flemingii* (Salter). MGM 1290 S. Loc. CO-27. Biozona de *C. perneri* -*C. ramosus* (x 8,84).

Fig. 4. *Monograptus gemmatus* (Barrande). MGM 1291 S. Loc. 18. Biozona de *R. linnaei*? (x 2,4).

Figs. 5, 12-14. *Monograptus parapriodon* Bouček. 5, 13-14, Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis*, o algo por encima (5, MGM 1292 S, x 2,56; 13 (látex), MGM 1300 S, x 6,11; 14, MGM 1301 S, x 2,9). 12, MGM 1299 S. Loc. 19-34 9807-GM. Biozona de *T. tullbergi* (x 5,45).

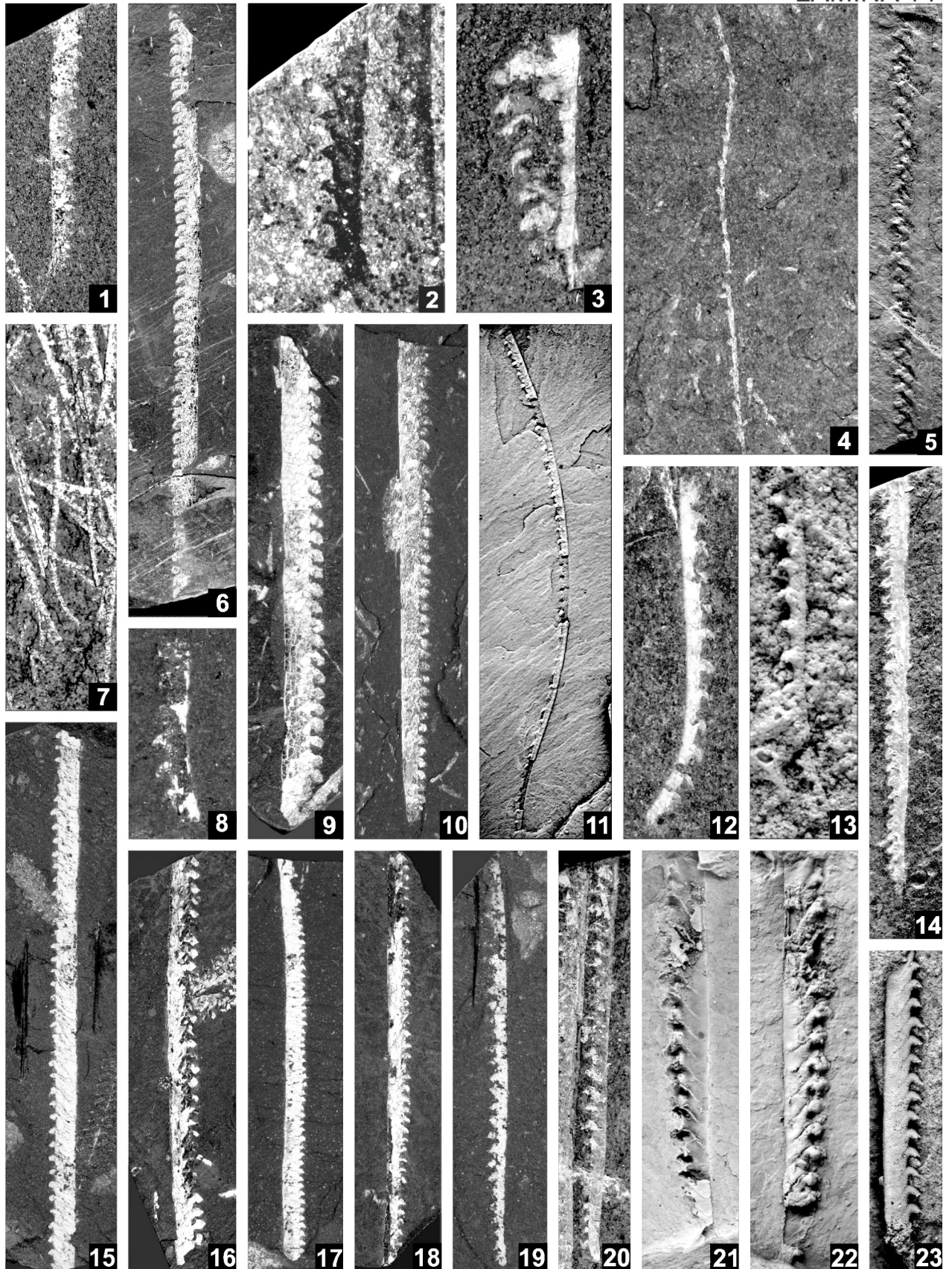
Figs. 6, 9-10. *Monograptus marri* Perner. Loc. NP-A-1A (=PN-1). Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (6, MGM 1293 S, x 1,95; 9, MGM 1296 S-1, x 2,64; 10, MGM 1297 S, x 2,37).

Figs. 7, 11. *Monograptus juancarlosi* Štorch. 7, MGM 1294 S. Loc. GM EB-2. Biozona de *T. tullbergi*? (x 2,48). 11, MGM 1298 S. Loc. SP-A-1 (=PS-4). Biozona de *O. spiralis* (x 2).

Figs. 8, 15-20. *Monograptus priodon* (Bronn.). 8, 19, Loc. CO-15. Biozonas de *O. spiralis* a *C. lapworthi* (8, MGM 1295 S, x 7,5; 19, MGM 1306 S, x 2,96). 15, 17, Loc. GR-16 (= CO-16). Biozona de *C. lapworthi* (15, MGM 1302 S, x 2,13; 17, MGM 1304 S, x 1,67). 16, MGM 1303 S. Loc. CO-16. Biozona de *C. lapworthi* (x 2,25). 18, MGM 1305 S. Loc. CO-14. Biozona de *O. spiralis* (x 1,62). 20, MGM 1307 S. Loc. GM EB-1T. Biozona de *T. tullbergi* (x 3,19).

Figs. 21-23. *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn.). 21-22, MGM 1308 S. Loc. E BEL N-5. Biozona de *O. spiralis* (21, x 5,28; 22 (látex), x 5,4). 23, MGM 1435 S. Loc. 14. Wenlock? (látex, x 3,125).





**LÁMINA 15.** Género *Torquigraptus*.

Figs. 1-7. *Torquigraptus arcuatus* (Bouček). 1, MGM 1309 S. Loc. CO-7. Biozona de *Mcl. griestoniensis*? (x 1,73). 2-3, 7, MGM 1310 S. Loc. Selladores (= EC SE-1). Biozona de *Strep. crispus* (2, x 1,25; 3, x 1; 7, x 2,72). 4, 6 (látex), Loc. 33. Biozona de *Strep. crispus* (4, MGM 1311 S, x 2,03; 6, MGM 1313 S, x 2,38). 5, MGM 1312. Loc. 18. Biozona de *R. linnaei*? (x 2,04).

Figs. 8-9, 11. *Torquigraptus australis* Štorch. 8, MGM 1314 S. Loc. CC MJ-12 (= CO-12). Biozona de *O. spiralis* (x 2). 9, MGM 1315 S. Loc. AL LP-D. Telychiense (x 3,1). 11, MGM 1317 S. Loc. Mina de Almadén. Limite entre las biozonas de *M. griestoniensis* y *T. tullbergi* (x 1,75).

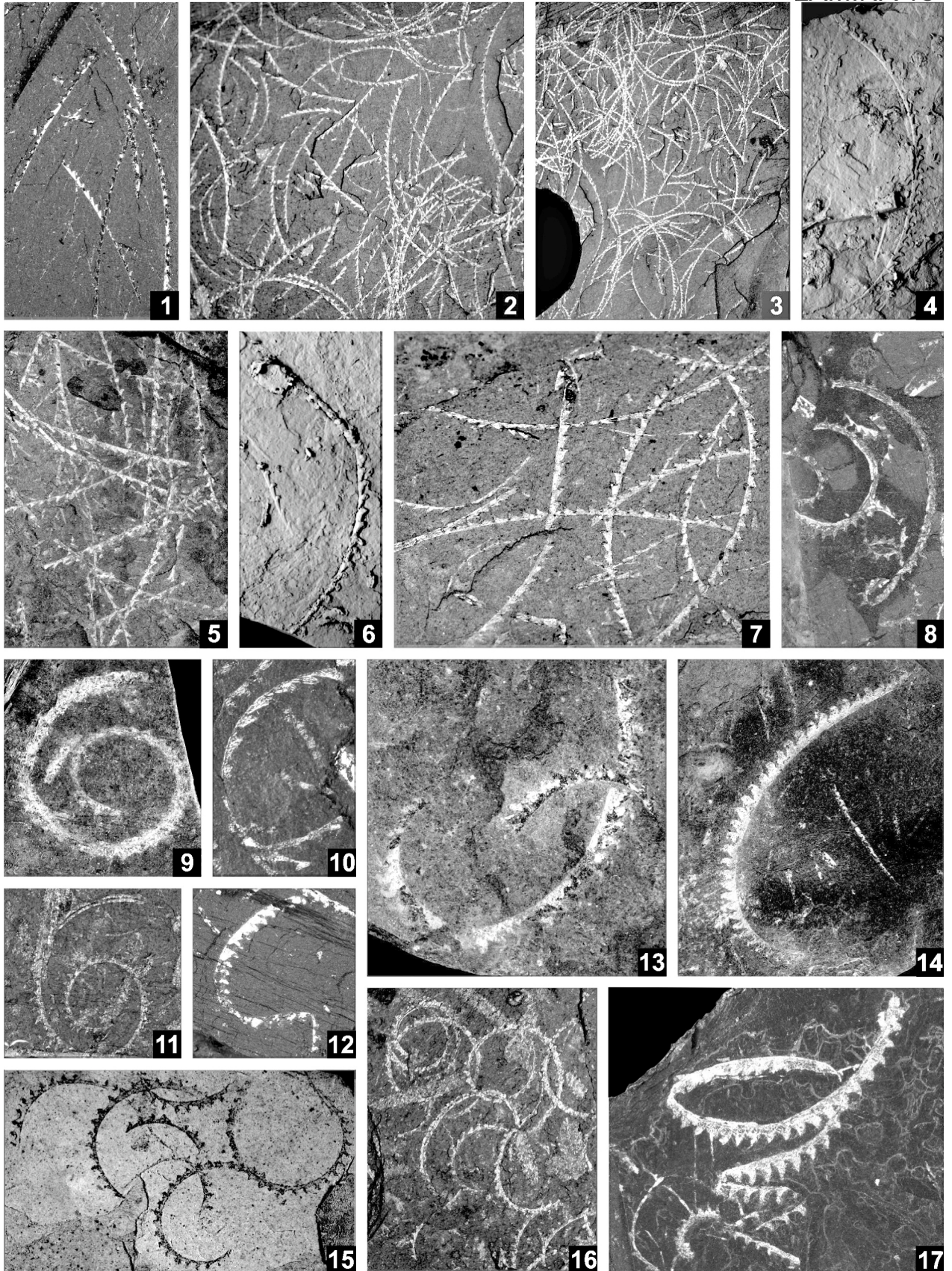
Figs. 10, 12. *Torquigraptus flagellaris* (Törnquist). 10, MGM 1316 S. Loc. CO-13. Biozona de *O. spiralis* (x 3,2). 12, MGM 1318 S. Loc. CO-12. Biozona de *O. spiralis* (12, x 2,4).

Figs. 13-14. *Torquigraptus planus* (Barrande). 13, MGM 1319 S. Loc. CC GU JA-12. Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. runcinatus*-“*M*”. *gemmatus*) (x 3,25). 14, MGM 1320 S. Loc. AL LP-A. Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. palmeus*) (x 2).

Figs. 15-16. *Torquigraptus tullbergi* (Bouček). 15, MGM 1321 S. Loc. GM EB-1. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (x 2,37). 16, MGM 1322. Loc. GM PO(CENT). Biozona de *Mcl. griestoniensis* (x 2,65).

Fig. 17. *Torquigraptus proteus* (Barrande). MGM 1323 S. Loc. NP-A-1a (= PN-1). Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (x 2,42).

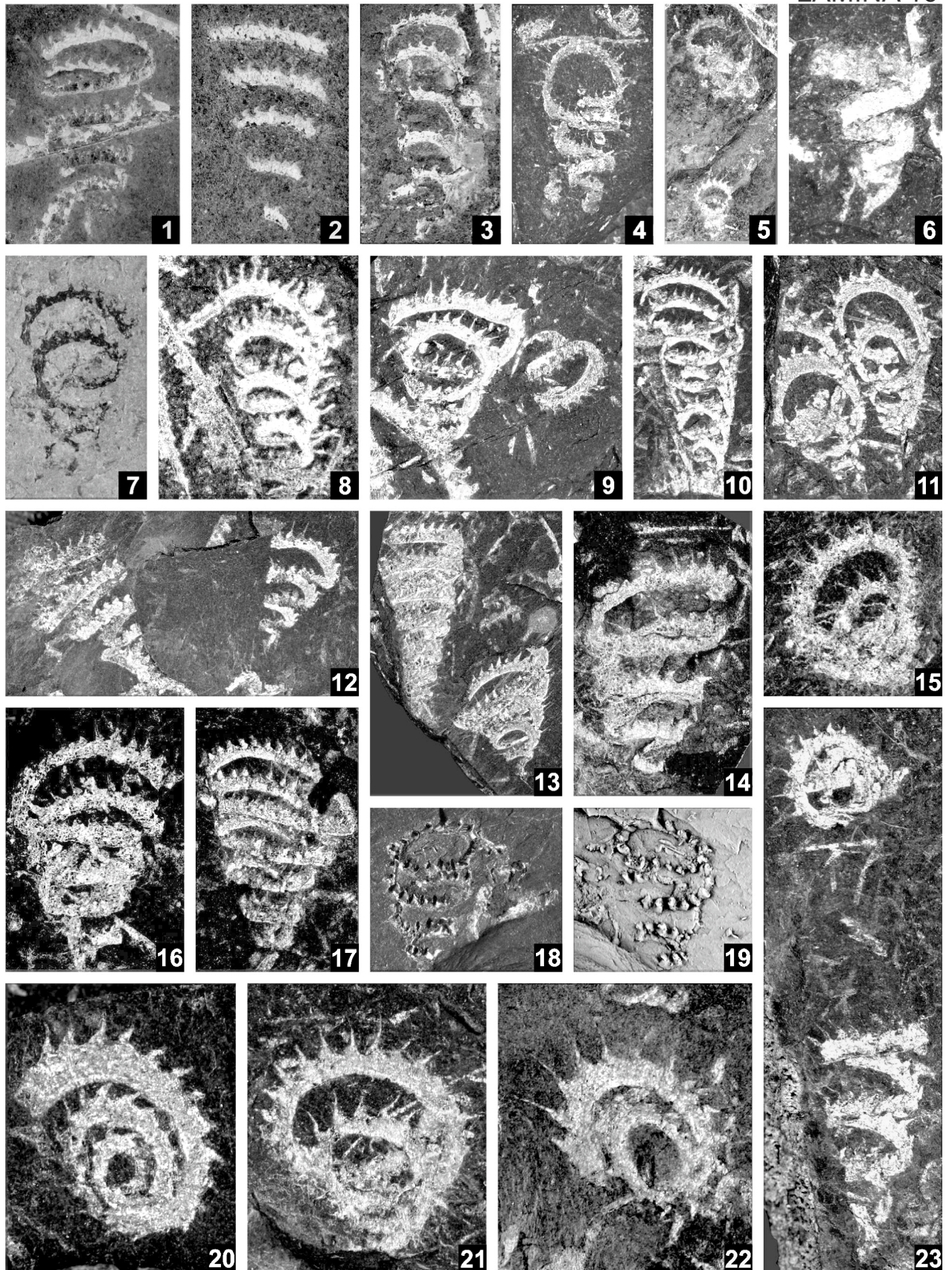




**LÁMINA 16.** Género *Spirograptus*.

Figs. 1-23. *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin. 1-3, Loc. CC GU JA-15 (= CC GJ-15). Biozona de *R. linnaei* (Subzonas de *P. runcinatus* - *M. gemmatus* a *P. palmeus*) (1, MGM 1324 S, x 3,48; 2, MGM 1325 S, x 3,68; 3, MGM 1326 S, x 3,04). 4-6, Loc. 863 Vilches (= M-9816). Biozona de *R. linnaei* (4, MGM 1327 S, x 2,37; 5, MGM 1328 S, x 1,75; 6, MGM 1329 S, x 4,6). 7, MGM 1330 S. Loc. CHE-1,2. Biozona de *R. linnaei* (subzonas de *P. runcinatus*-“*M*”. *gemmatus* a *P. palmeus*) (x 4). 8, MGM 1331 S. Loc. 81-Ci-3. Biozona de *R. linnaei* (x 3). 9-23, Loc. NP-A-1a (= PN-1). Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (9, MGM 1332 S, x 3; 10, MGM 1333 S, x 2,22; 11, MGM 1334 S, x 3,59; 12, MGM 1335 S, x 2,64; 13, MGM 1336 S, x 2,18; 14, MGM 1296 S-2, x 3,9; 15, MGM 1296 S-3, x 4,14; 16, MGM 1339 S, x 3,68; 17, MGM 1340 S, x 2,92; 18, MGM 1341 S, x 3,26; 19 (látex), MGM 1341 S, x 3,26; 20, MGM 1342 S, x 3,85; 21, MGM 1343 S, x 5,33; 22, MGM 1344 S, x 7,28; 23, MGM 1611 S, x 3,91).





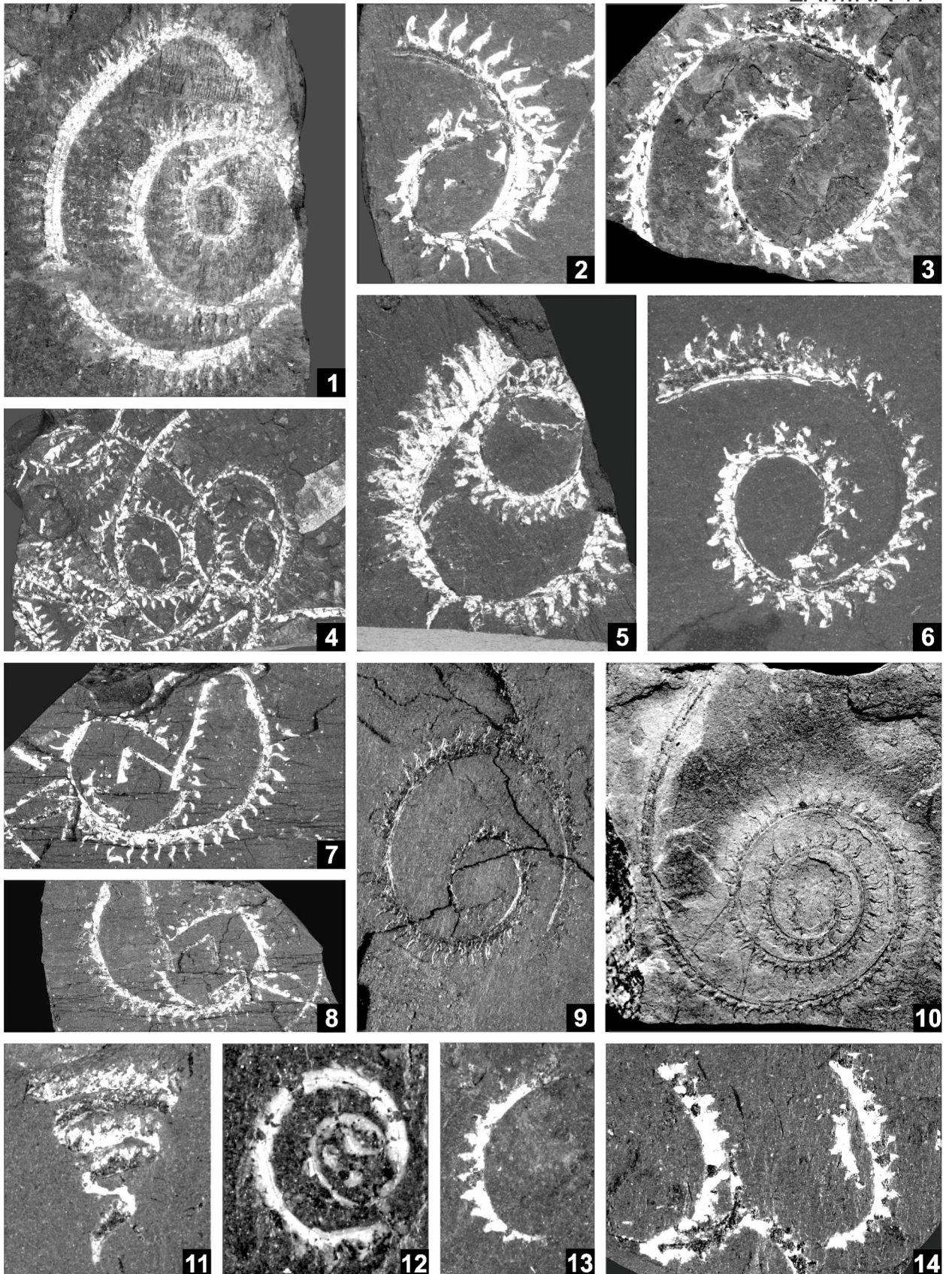
**LÁMINA 17.** Géneros *Oktavites* y *Spirograptus*.

Figs. 1-10. *Oktavites spiralis* (Geinitz). 1-2, 4, 7-8, Loc. CC MJ -12 (=CO-12). Biozona de *O. spiralis* (1, MGM 1346 S, x 2,67; 2, MGM 1347 S, x 3,98; 4, MGM 1349 S, x 1,96; 7, MGM 1352 S, x 2,25; 8, MGM 1353 S, x 3,07). 3, MGM 1348 S. Loc. CO-14. Biozona de *O. spiralis* (x 3,375). 5-6, Loc. GR-16 (= CO-16). Biozona de *C. lapworthi* (5, MGM 1350 S, x 4; 6, MGM 1351 S, x 2,46). 9, MGM 1354 S, Loc. PS-4. Biozona de *O. spiralis* (x 2,92). 10, MGM 1355 S. Loc. GM EB-3A. Biozona de *O. spiralis* (x 2,05).

Figs. 11-12. *Spirograptus turriculatus* (Barrande). Loc. CO-4. Biozona de *S. turriculatus* (11, MGM 1356 S, x 6,36; 12, MGM 1357 S, x 8,06).

Figs. 13-14. *Oktavites falx* (Suess). Loc. CO-15. Biozonas de *O. spiralis* a *C. lapworthi* (13, MGM 1358 S, x 6,36; 14, MGM 1359 S, x 3,81).





**LÁMINA 18.** Género *Rastrites*.

Figs. 1-2. *Rastrites spengillensis* Rickards. Loc. NP-A-1a (= PN-1). Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (1, MGM 1360 S, x 4,42; 2, MGM 1361 S, x 4,38).

Figs. 3-4. *Rastrites* cf. *linnaei* Barrande. 3, MGM 1362 S. Loc. 81-Ci-3. Biozona de *R. linnaei* (x 5,4). 4, MGM 1363 S. Loc. Mina de Almadén (Planta 14). Telychiense (x 4,32).

Figs. 5-6. *Rastrites* cf. *fugax* Barrande. Loc. CC GU JA-12. Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. runcinatus*-“*M*”. *gemmatus*) (5, MGM 1364 S, x 8,08; 6, MGM 1365 S, x 5,84).

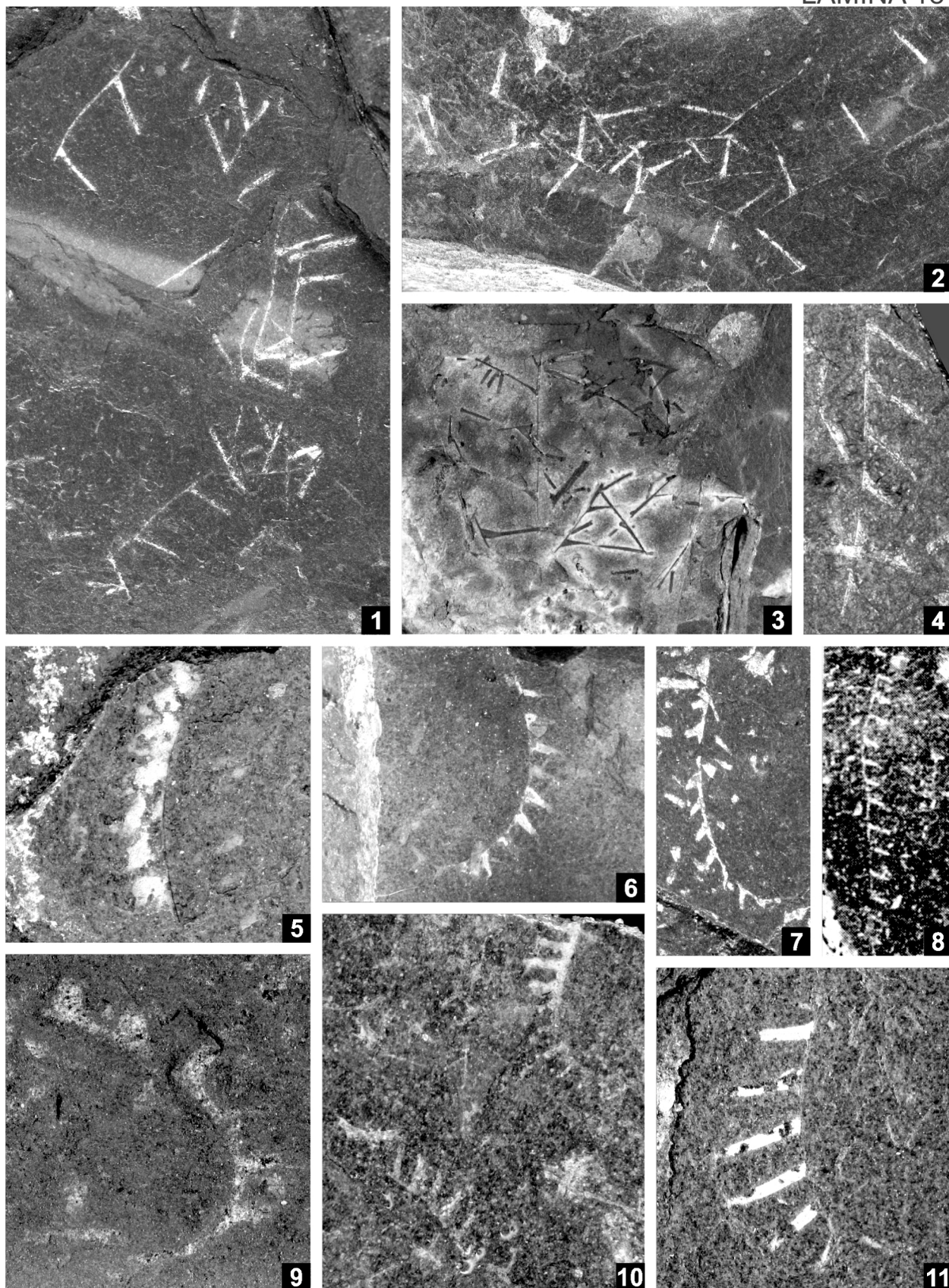
Fig. 7. *Rastrites* sp. (ex. gr. *spina*). MGM 1366 S. Loc. NP-A-1a (= PN-1). Biozona de *R. linnaei* (subzona de *P. hispanicus*) (x 5,58).

Figs. 8. *Rastrites fugax* Barrande (= *Rastrites peregrinus*, Barrande, en Tamain (1972) p. 303, Lám. 15, fig. 6). Loc. El Centenillo (Jaén) (x 2,45).

Figs. 9-10. *Rastrites* sp. 9, MGM 1367 S. Loc. Cantohincado. Biozona de *L. convolutus* (x 6,67). 10, MGM 1368 S. Loc. PT OB-2. Telychiense (x 4,93).

Fig. 11. *Rastrites schaueri* Štorch & Loydell. MGM 1369 S. Loc. CC GU JA-15. Biozona de *R. linnaei* (subzonas de *P. runcinatus*-“*M*”. *gemmatus* a *P. palmeus*) (x 8,26).





**LÁMINA 19.** Géneros *Euroclimacis*. *Monoclimacis*.

Figs. 1-2. *Monoclimacis* cf. *crenulata* (Elles & Wood). Loc. SB PQ-23. Biozona de *O. spiralis*? (1, MGM 1370 S, x 5,5; 2, MGM 1371 S, x 3,53).

Figs. 3-4. *Monoclimacis* cf. *vomerina* (Nicholson). Loc. GM EU-4. Biozona de *C. murchisoni*? (3, MGM 1372 S, x 4,67; 4, MGM 1373 S, x 5,2).

Fig. 5. *Monoclimacis* cf. *geinitzi* (Bouček). MGM 1374 S. Loc. CO-14. Biozona de *O. spiralis* (x 6,17).

Fig. 6. *Monoclimacis* *hemipristis* (Meneghini). MGM 1375 S. Loc. CO-24. Biozona de *M. belophorus*-*C. rigidus* (x 3,46).

Figs. 7-8. *Monoclimacis* *woodae* Zalasiewicz, Loydell & Štorch. 7, MGM 1376 S. Loc. CO-8A. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (x 3,79). 8, MGM 1377 S. Loc. CO-8. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (x 3,81).

Figs. 9, 20-21. *Euroclimacis* *jabalonensis* Loydell *et al.* 9, MGM 1378 S. Loc. SB PQ-19. Biozona de *O. spiralis*? (x 4,75). 20, MGM 1389 S. Loc. GM GN-6. Biozona de *O. spiralis* (x 6,31). 21, MGM 1387 S. Loc. SP-A-2 (=PS-2). Telychiense (x 5,755).

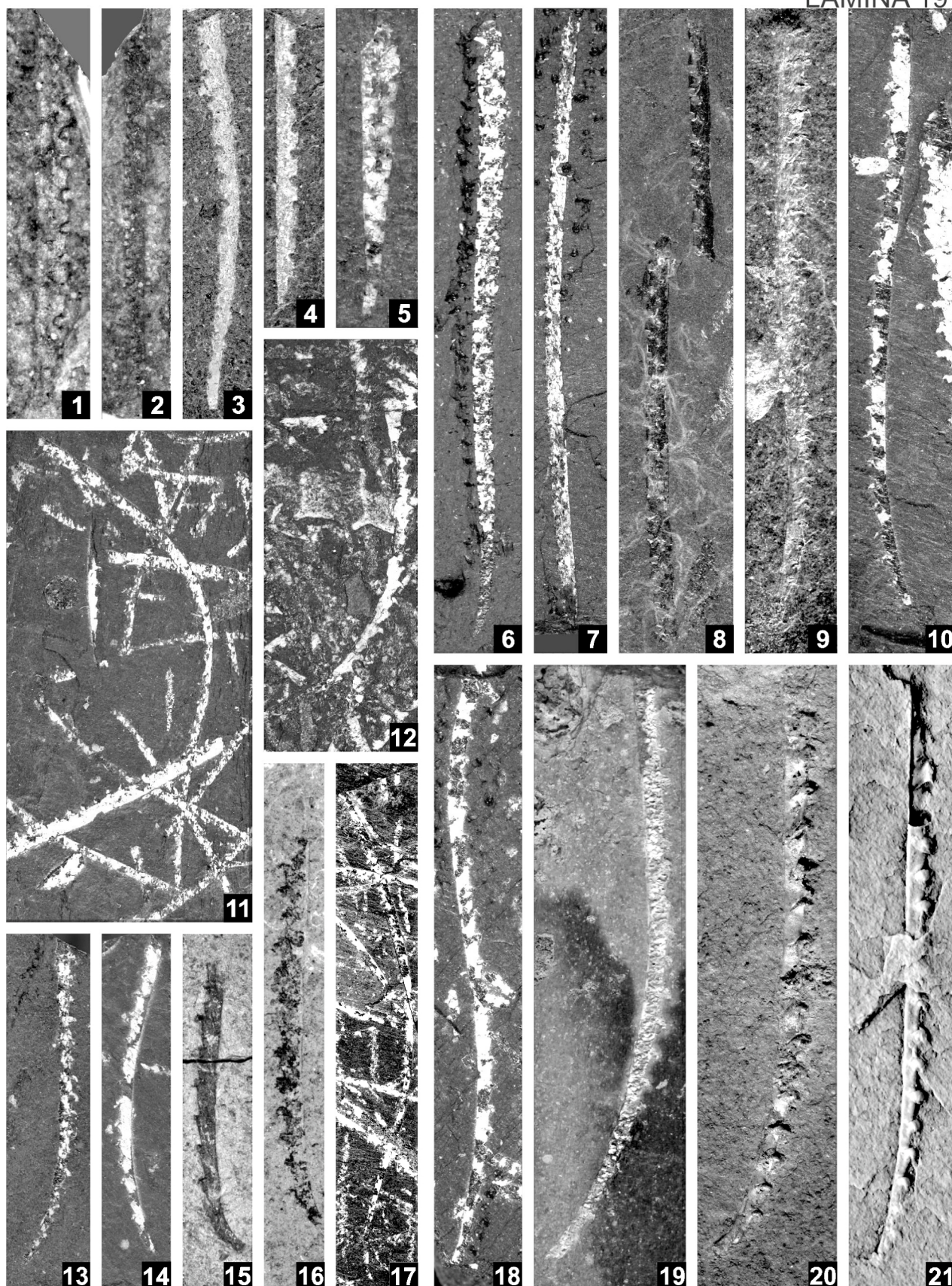
Figs. 10-11, 14, 17-18. *Euroclimacis* *ibérica* Štorch. Loc. CO-16. Biozona de *O. lapworthi* (10, MGM 1379 S-1, x 5,1; 11, MGM 1380 S, x 2,8; 14, MGM 1383 S, x 3,8; 17, MGM 1386 S, x 1,68; 18, MGM 1379 S-2, x 4,31).

Figs. 12-13. *Euroclimacis* *adunca* (Bouček). Loc. CO-18. Biozona de *C. murchisoni*? (12, MGM 1381 S, x 3,08; 13, MGM 1382 S, x 4,22).

Figs. 15-16. *Euroclimacis* cf. *jabalonensis* Loydell *et al.* Loc. GM GN-6. Biozona de *O. spiralis* (15, MGM 1384 S, x 6,21; 16, MGM 1385 S, x 5,98).

Fig. 19. *Euroclimacis* cf. *hamata* Loydell *et al.* MGM 1388 S. Loc. AL AM spy. Wenlock? (x 5,78).





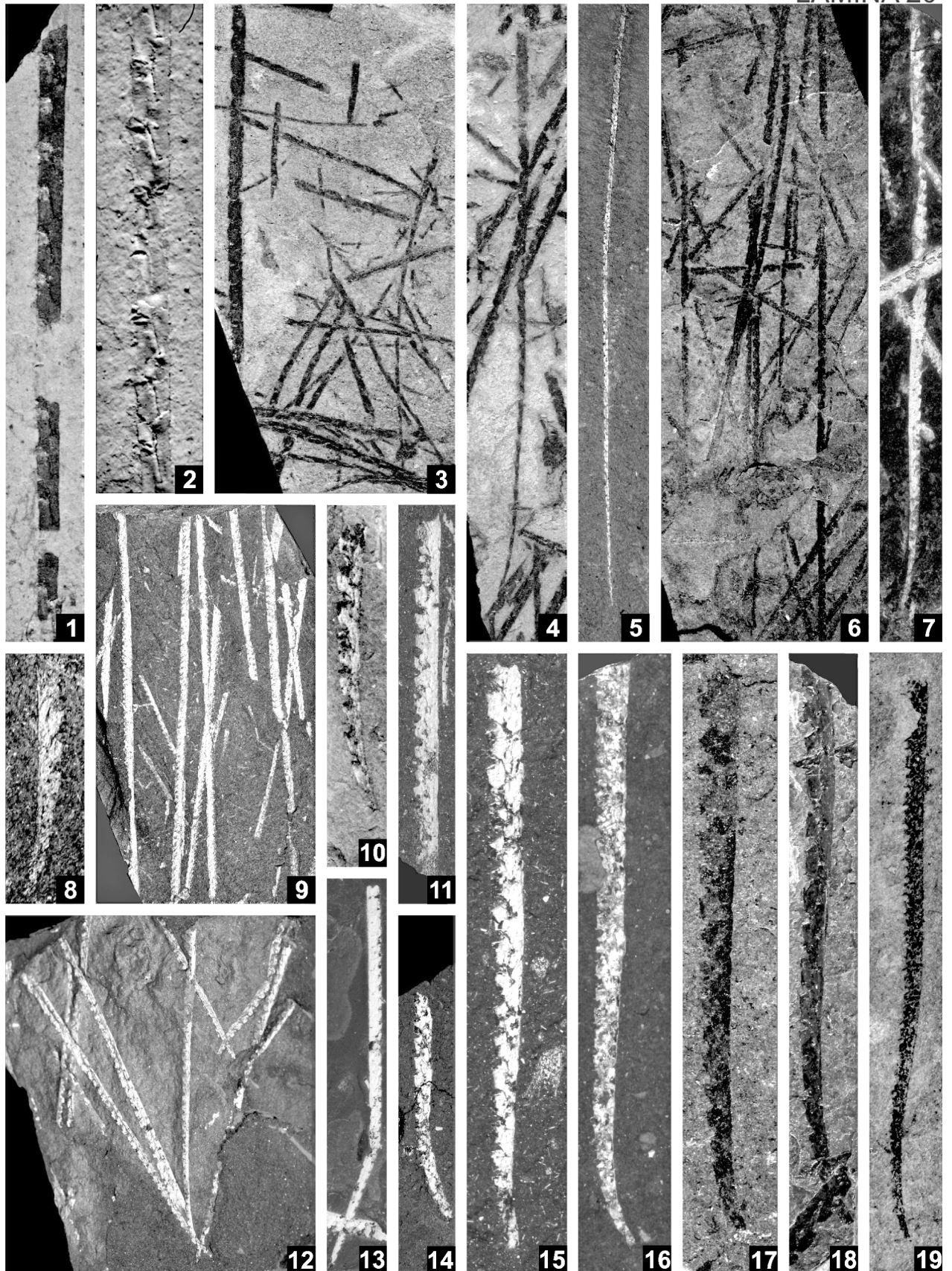
**LÁMINA 20.** Género *Monoclimacis*.

Figs. 1 a 6. *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol). 1-2, Loc. GM EB-1. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (1, MGM 1390 S, x 7,65; 2, MGM 1391 S, x 11). 3, MGM 1392 S. Loc. SB PQ-17. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (x 3,59). 4, MGM 1393 S. Loc. SB PQ-12. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (x 3,38). 5, MGM 1394 S. Loc. EC SE-3. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (x 1,97). 6, MGM 1395 S. Loc. SB PQ-15. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (x 2,7).

Figs. 7 a 17. *Monoclimacis flumendosae* (Gortani). 7, MGM 1396 S. Loc. HD-E. Wenlock (x 2,09). 8, MGM 1397 S. Loc. CHW-8. Biozonas de *M. belophorus*-*C. rigidus* a *C. perneri*-*C. ramosus* (x 4,58). 9, MGM 1398 S. Loc. Cáceres. Wenlock (x 0,75). 10, MGM 1399 S. Loc. GM EC-5. Wenlock (x 6,57). 11, 14-15, Loc. CO-25. Biozona de *C. lundgreni* (11, MGM 1400 S, x 3,83; 14, MGM 1403 S, x 3,64; 15, MGM 1404 S, x 6,23). 12, MGM 1401 S. Loc. 16. Wenlock (x 1,43). 13, MGM 1402 S. Loc. 3. Wenlock (x 1,665). 16, MGM 1405 S. Loc. 5. Biozonas de *C. perneri* -*C. ramosus* (x 4,12). 17, MGM 1406 S. Loc. CHW-7. Biozona de *M. belophorus*-*C. rigidus* (x 5,55).

Figs. 18-19. *Monoclimacis flexa* Loydell. Loc. D-3. Biozona de *spiralis*? (18, MGM 1407 S, x 6,04; 19, MGM 1408 S, x 5,5).





**LÁMINA 21.** Géneros *Diversograptus*. *Barrandeograptus*. *Paradiversograptus*.

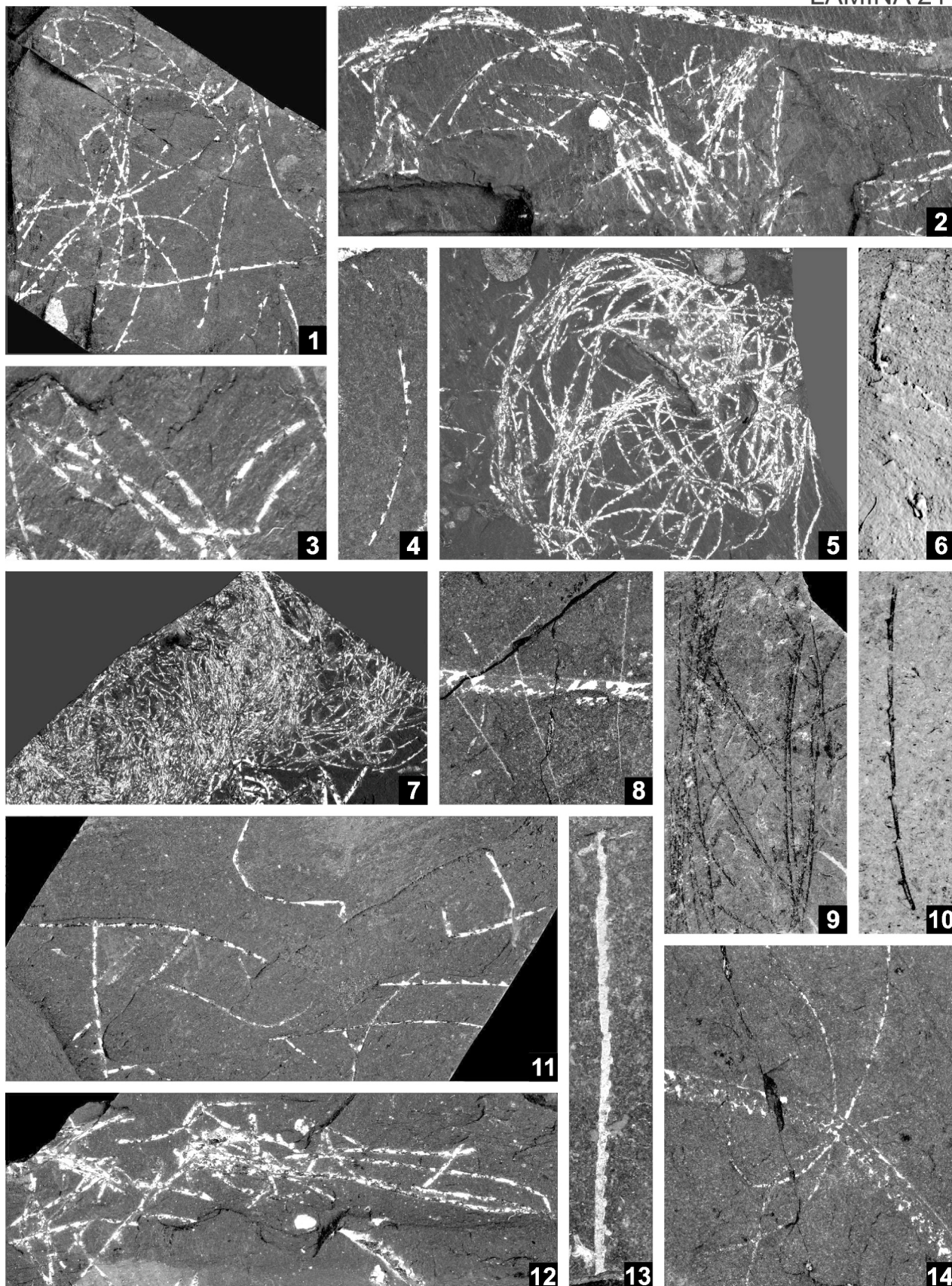
Figs. 1-5, 7-8, 10-12, 14. *Diversograptus ramosus* Manck. Rabdosomas multiramosos de varias localidades, en unos casos orientados o acumulados por corrientes y en otros dispuestos al azar. (1, 2, 3, 4, Loc. CO-15. Biozonas de *O. spiralis* a *C. lapworthi* (1, MGM 1409 S, x 2,22; 2, MGM 1410 S, x 2,25; 3, MGM 1411 S, x 4,7; 4, MGM 1412 S, x 2,99). 5, 7, 11, 12, Loc. GR-16 (= CO-16). Biozona de *C. lapworthi* (5, MGM 1413 S, x 1,33; 7, MGM 1415 S, x 1,05; 11, MGM 1419 S, x 2,82; 12, MGM 1420 S, x 3). 8, 14, Loc. CO-12. Biozona de *O. spiralis* (8, MGM 1416 S, x 2,25; 14, MGM 1655 S, x 2,84). 10. MGM 1418 S. Loc. GM GN-6. Biozona de *O. spiralis* (x 6,71).

Fig. 6. *Diversograptus* sp. Vaciado en látex de un fragmento del rabdosoma. MGM 1414 S. Loc. SP-A-2 (=PS-2). Telychiense (x 5,82).

Fig. 9. *Barrandeograptus* sp. Conjunto de varios rabdosomas multiramosos. MGM 1417 S. Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (x 1,25).

Fig. 13. *Paradiversograptus* cf. *runcinatus* Lapworth. Fragmento distal de la colonia. MGM 1654 S. Loc. 863 Vilches (= M-9816). Biozona de *Rastrites linnaei* (x 3,79).





**LÁMINA 22.** Género *Cyrtograptus*.

Fig. 1. *Cyrtograptus* n. sp. aff. *insectus* Bouček, procladio. MGM 1421 S. Loc. CO-16. Biozona de *C. lapworthi* (x 4,42).

Figs. 2, 4-5, 7. *Cyrtograptus* cf. *lundgreni* Tullberg, colonias carentes de la región proximal, con fragmentos del cladio tecal. 2, MGM 1422 S. Loc. CHW-14. Biozona de *C. lundgreni* (x 2,59); 4, MGM 1424 S. Loc. CHW-30. Biozona de *C. lundgreni* (x 2,06); 5, MGM 1425 S. Loc. CHW-21. Biozona de *C. lundgreni* (x 2,51); 7, MGM 1427 S. Loc. CHW-25. Biozona de *C. lundgreni* (x 1,39).

Figs. 3, 6, 10. *Cyrtograptus rigidus* Tullberg, radosoma con cladio en conexión (3, 6), y fragmentos aislados de cladia (6, 10). Loc. HD-H, Sheinwoodiense. Biozonas de *C. perneri*-*C. ramosus* a *C. lundgreni*? (3, MGM 1423 S, x 2,66; 6, MGM 1426 S, x 2,3; 10, MGM 1430 S, x 1,91).

Figs. 8, 11-12, 16-17. *Cyrtograptus ramosus* Bouček, fragmentos del procladio con una o varias cladias en conexión. 8, 11, Loc. PT RE-13. Biozona de *C. perneri*-*C. ramosus* (8, MGM 1428 S, x 1,26; 11, MGM 1431, x 1,23); 12, MGM 1431 S. Loc. CO-27. Biozona de *C. perneri*-*C. ramosus* (x 2,09); 16-17, Loc. CO-27plus. Biozona de *C. perneri*-*C. ramosus*? (16, MGM 1436 S, x 1,63; 17, MGM 1437, x 1,96).

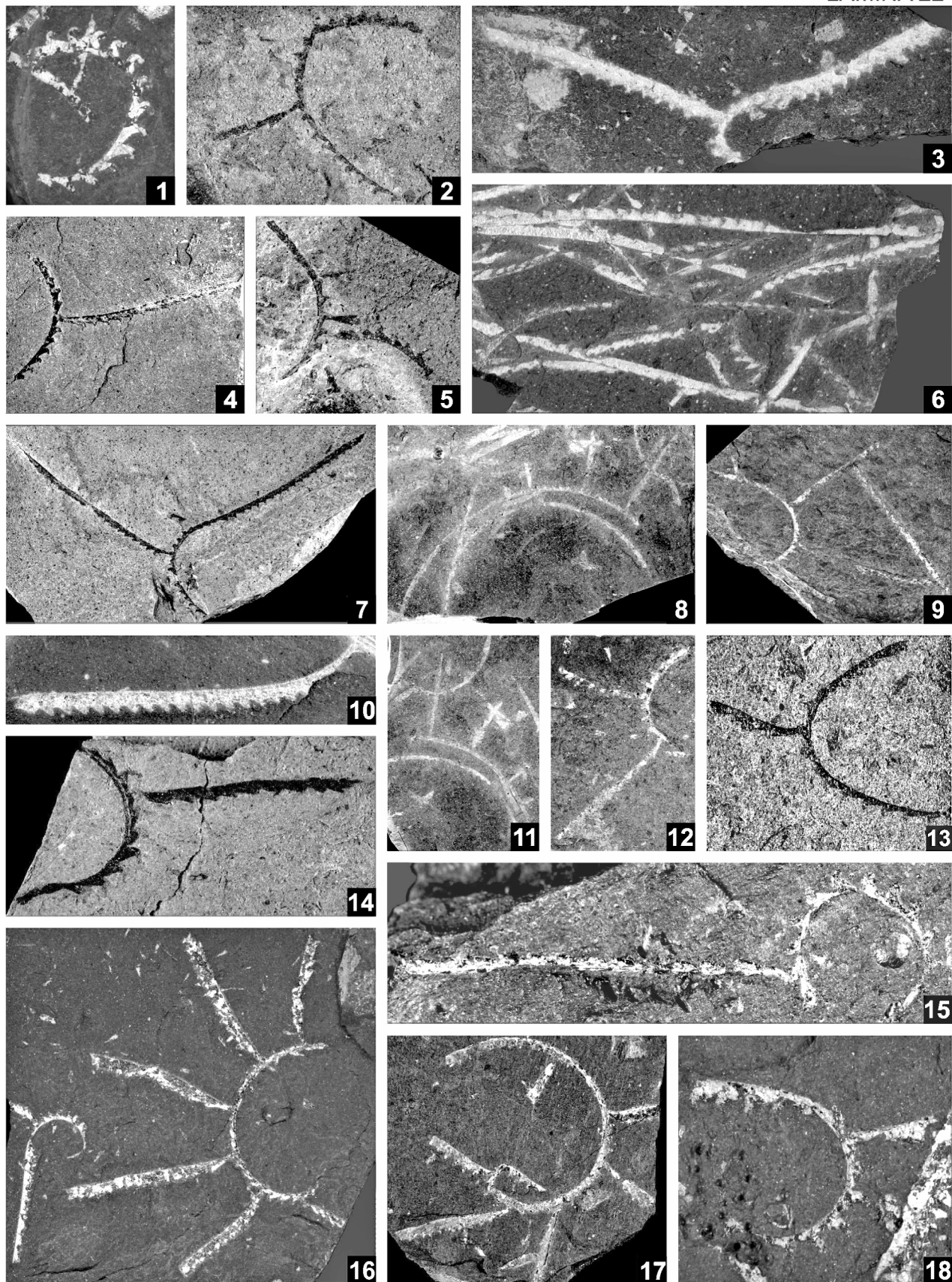
Fig. 9. *Cyrtograptus* cf. *ramosus* Bouček. MGM 1429 S. Loc. CO-27. Biozona de *C. perneri*-*C. ramosus* (x 2,25).

Fig. 13. *Cyrtograptus* cf. *ellesae* Gortani, fragmento con cladio en conexión. MGM 1433 S. Loc. CHW-9. Biozona de *C. perneri* -*C. ramosus* (x 3,27).

Fig. 14. *Cyrtograptus* cf. *perneri* Bouček. MGM 1434 S. Loc. PT RE-22. Biozona de *C. lundgreni* (x 3,9).

Figs. 15, 18. *Cyrtograptus perneri* Bouček, fragmentos con cladio en conexión. Loc. CO-29. Biozona de *C. lundgreni* (15, MGM 1286 S, x 5,31; 18 MGM 1656 S, x 5,74).





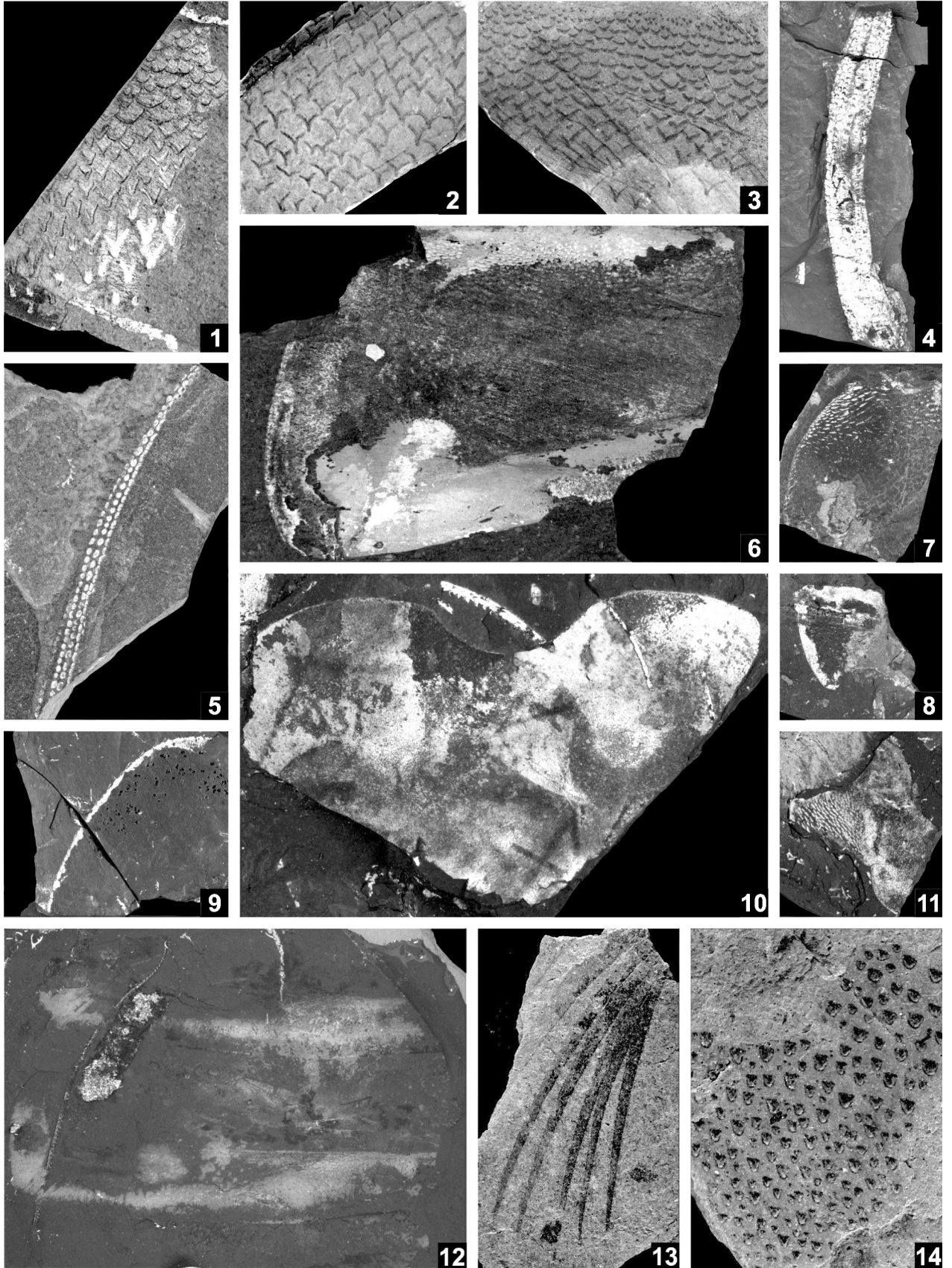
**LÁMINA 23.** Euriptéridos.

Figs. 1-3, 14. Euriptéridos. Piel. 1, MGM 1438 S. Loc. CO-12 +160-180. Biozona de *O. spiralis* (x 1,93). 2-3, 14, Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (2, MGM 1439 S, x 1,09; 3, MGM 1440 S, x 1,3; 14, MGM 1451 S, x 4,63).

Figs. 4 a 12. Euriptéridos. Bordes. 4, MGM 1441 S. Loc. CO-12 +40-60. Biozona de *T. tullbergi* (x 1,04). 5, 8-9, Loc. CO-16. Biozona de *C. lapworthi* (5, MGM 1442 S, x 1,125; 8, MGM 1445 S, x 0,42; 9, MGM 1446 S, x 0,46). 6, MGM 1443 S. Loc. 21 33 IN GM 05/M4. Telychiense (x 0,73). 7, MGM 1444 S. Loc. CO-15 +60-80. Biozona de *O. spiralis* (x 0,6). 10, MGM 1447 S. Loc. CO-15 +80-100. Biozonas de *O. spiralis* a *C. lapworthi* (x 1,77). 11, MGM 1448 S. Loc. CO-16/17 +100-120. Biozona de *C. murchisoni* (x 0,54). 12, MGM 1449 S. Loc. SP-A-1 (=PS-4). Biozona de *O. spiralis* (x 0,73).

Fig. 13. Euriptéridos. Patas. MGM 1450 S. Loc. GM-H. Biozona de *Oktavites spiralis* o algo por encima (x 2,06).





#### LÁMINA 24. Euriptéridos.

Figs. 1-2, 5-6, 9. Euriptéridos. Gnatos izquierdos. 1, MGM 1452 S. Loc. CO-16/17 +100-120. Biozona de *C. murchisoni* (x 1,08). 2, MGM 1453 S. Loc. CO-16. Biozona de *C. lapworthi* (x 1,41). 5, MGM 1456 S. Loc. CO-12 +60-70. Biozona de *O. spiralis* (x 1,46). 6, MGM 1457 S. Loc. CO-12 +160-180 (junto con una mandíbula de Filocárido). Biozona de *O. spiralis* (x 2,15). 9, MGM 1460 S. Loc. N18-SB1-24394 (= SB PQ-19)]. Biozona de *O. spiralis*? (x 1,71).

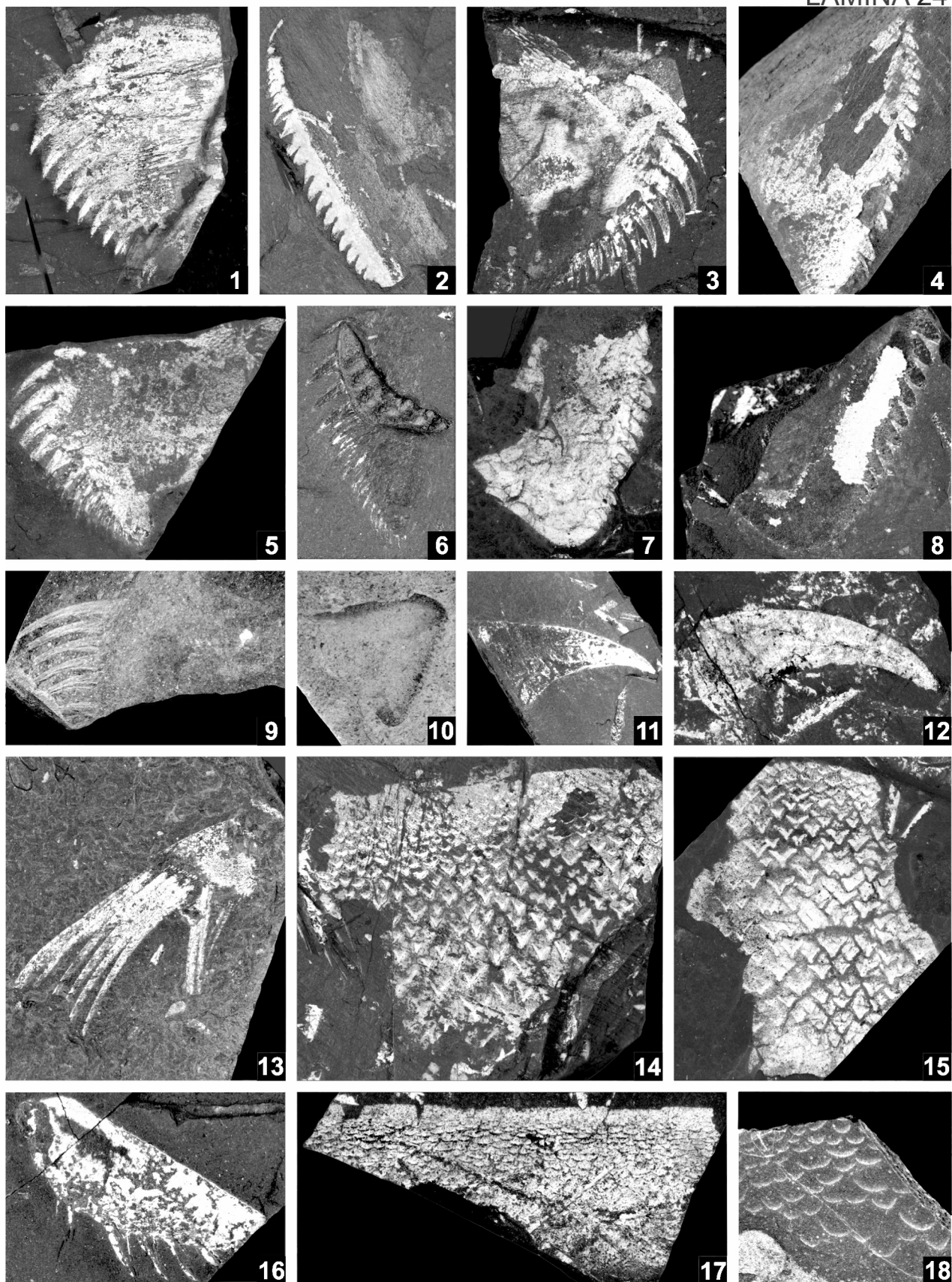
Figs. 3-4, 7-8. Euriptéridos. Gnatos derechos. 3, MGM 1454 S. Loc. CO-16/17 -40-60. Biozona de *C. lapworthi* (x 1,15). 4, MGM 1455 S. Loc. CO-12. Biozona de *O. spiralis* (x 2,18). 7, MGM 1458 S. Loc. CO-16. Biozona de *C. lapworthi* (x 1,31). 8, MGM 1459 S. Loc. CC MJ-18 (=CO-18). Biozona de *C. murchisoni* (x 2).

Fig. 10. Euriptérido. Borde. MGM 1461 S. Loc. Alange. Wenlock (x 2).

Figs. 11-13, 16. Euriptéridos. Patas. 11, MGM 1462 S. Loc. CO-12 +40-60. Biozona de *T. tullbergi* (x 1,04). 12, MGM 1463 S. Loc. CO-12. Biozona de *O. spiralis* (x 2,22). 13, MGM 1464 S. Loc. CO-16/17. Biozona de *C. murchisoni* (x 1,69). 16, MGM 1467 S. Loc. CO-15 0-20. Biozona de *O. spiralis* (x 3,38).

Figs. 14-15, 17-18. Euriptéridos. Piel. 14, 17, Loc. CO-12. Biozona de *O. spiralis* (14, MGM 1465 S, x 2,42; 17, MGM 1468 S, x 1,63). 15, MGM 1466 S. Loc. CO-16. Biozona de *C. lapworthi* (x 1,26). 18, MGM 1469 S. Loc. Alange. Wenlock (x 1,72).





**LÁMINA 25.** Filocáridos.

Fig. 1. *Bohemiacaris* cf. *bohemica* (Barrande). Fragmento del telson. MGM 1470 S. Loc. Calatraveño. Pridoli? (x 2,4).

Fig. 2. Filocárido. Fragmento de caparazón (Valva izquierda/derecha). MGM 1471 S. Loc. CHW-4. Wenlock (x 5,78).

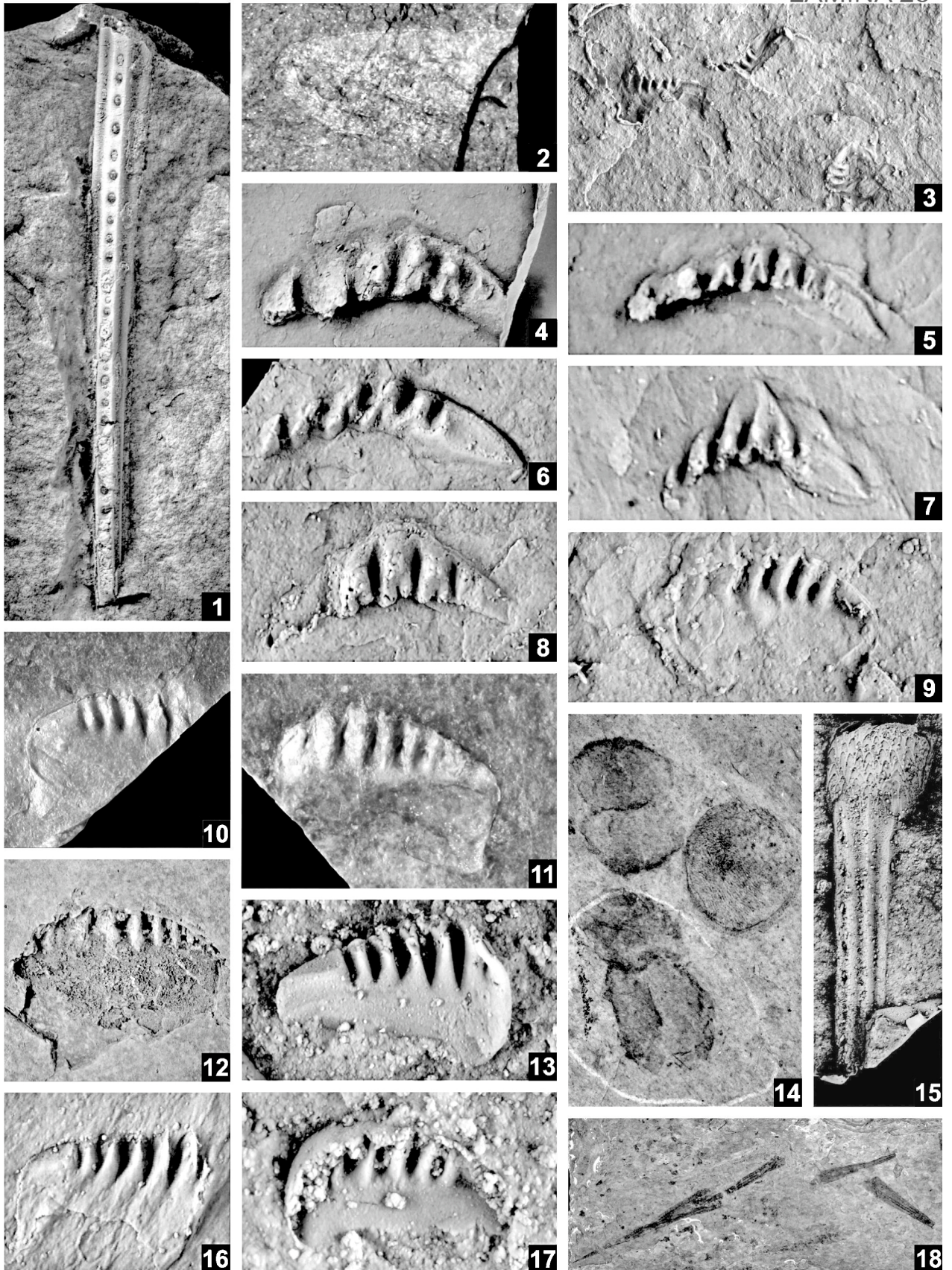
Figs. 3-13, 16-17. Mandíbulas de filocáridos (vacíos en látex, excepto 10, 11 y 12). 3, 9-10, 13, 16-17, Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (3, MGM 1472 S, x 5,41; 9, MGM 1478 S, x 9,19; 10, MGM 1479 S, x 6,92; 13, MGM 1482 S, x 9,85; 16, MGM 1485 S, x 8,57; 17, MGM 1486 S, x 10,86). 4, MGM 1473 S. Loc. GM EB-2. Biozona de *T. tullbergi*? (x 4,93). 5, MGM 1474 S. Loc. GM EB-3A. Biozona de *O. spiralis* (x 14,36). 6, MGM 1475 S. Loc. CC MJ-18 (= CO-18). Biozona de *C. murchisoni*? (x 8,99). 7, MGM 1476 S. Loc. GM EC-7. Telychiense (x 23,94). 8, MGM 1477 S. Loc. CC MJ-12 (= CO-12). Biozona de *O. spiralis* (x 8,53). 11, MGM 1480 S. Loc. 12. Telychiense (x 9,37). 12, MGM 1481 S. Loc. GM EB-6. Biozona de *O. spiralis* (x 4,17).

Fig. 14. Caparazones de filocáridos. MGM 1483 S. Loc. GM EC-7. Telychiense (x 4,58).

Fig. 15. Fragmento del telson (n. gen.?). MGM 1484 S. Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (Látex, x 2,57).

Fig. 18. Furcas del telson aisladas. MGM 1487 S. Loc. CC JA-8. Biozona de *C. lundgreni* (x 1,68).





## LÁMINA 26. Ortocerátidos.

Figs. 1-2, 4-10, 13. Orthocerida morfotipo 1. 1-2, Loc. E BEL N5, nódulos (2, látex). Biozona de *O. spiralis* (1, MGM 1488 S, x 1,08; 2, MGM 1489 S, x 2,79). 4-6, 8-10, Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (4, MGM 1491 S, x 3,47; 5, MGM 1492 S, x 2,82; 6, MGM 1493 S, x 2,43; 8, MGM 1495 S, x 2,44; 9, látex, MGM 1496 S, x 2,66; 10, látex, MGM 1497 S, x 3,33). 7, MGM 1494 S. Loc. SB PQ-25. Telychiense superior? (x 2,46). 13, MGM 1500 S. Loc. CC GU JA-11. Aeroniense superior? (x 1,48).

Fig. 3. Orthocerida indet. MGM 1490 S. Loc. GM GN-6. Biozona de *O. spiralis* (x 5,6).

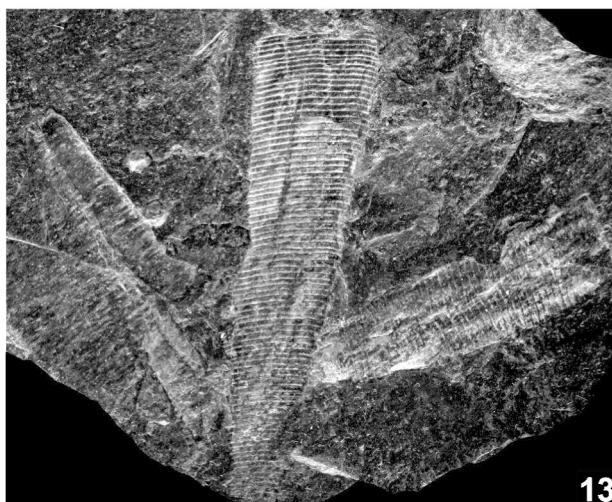
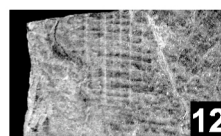
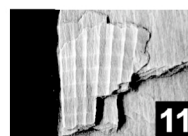
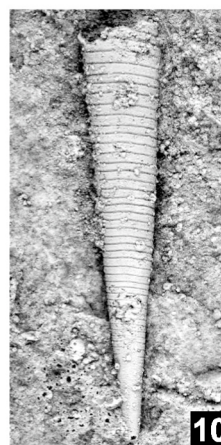
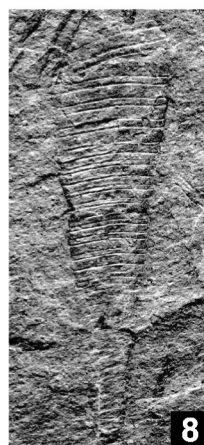
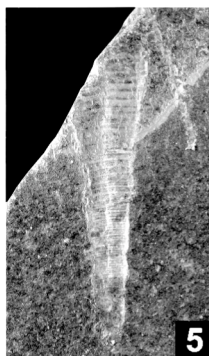
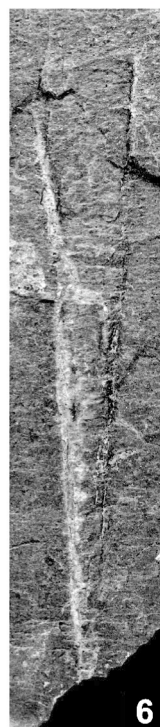
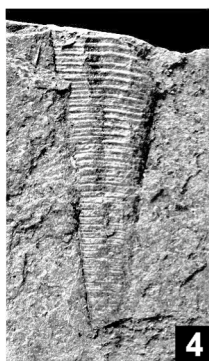
Figs. 11-12. Orthocerida morfotipo 3. 11, MGM 1498 S. Loc. GM EB-6. Biozona de *O. spiralis* (x 1,5). 12, MGM 1499 S. Loc. GM EB-5. Biozona de *O. spiralis* (x 1,29).

Fig. 14. Orthocerida morfotipo 2. MGM 1501 S. Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima. Látex (x 1,94).

Fig. 15. Orthocerida morfotipo 4. MGM 1502 S. Loc. CO-4. Biozona de *S. turriculatus* (x 1,35).

Fig. 16. Orthocerida morfotipo 5. MGM 1503 S. Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (látex, x 2,64).





### LÁMINA 27. Ortocerátidos.

Figs. 1-5, 8-10. Orthocerida. Loc. Mina Guillermin. Pridoli (1, MGM 1504 S, x 0,58; 2, MGM 1505 S, x 1,42; 3, MGM 1506 S, x 0,98; 4, MGM 1507 S, x 1,22; 5, MGM 1508 S, x 1,04; 8, MGM 1511 S, x 0,77; 9, MGM 1512 S, x 0,63; 10, MGM 1512 S, x 0,49).

Figs. 6-7. *Orthocycloceras fluminese* (Meneghini). Loc. Puerto Calatraveño. Pridoli? (6, MGM 1509 S, x 1,29; 7, MGM 1510 S, x 1,22).

Figs. 11, 19. Orthocerida morfotipo 1. 11, MGM 1513 S. Loc. CO-15. Biozonas de *O. spiralis* a *C. lapworthi* (látex, x 1,69). 19, MGM 1657 S. GM-H. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (látex, x 2,93).

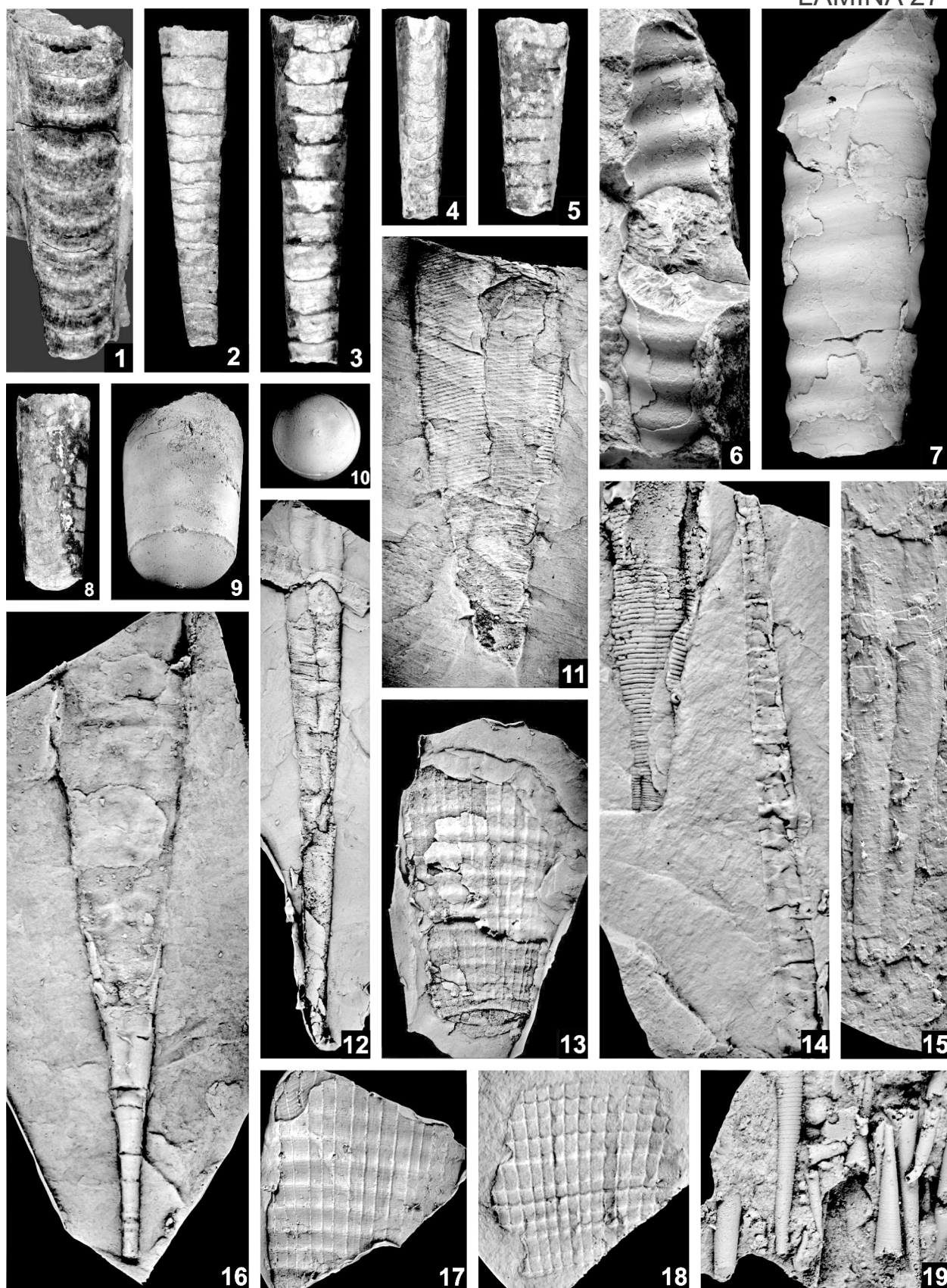
Figs. 12, 14. Orthocerida morfotipo 2. 12, MGM 1514 S. Loc. CO-15 +20-40. Biozona de *O. spiralis* (látex, x 2). 14, MGM 1516 S. Loc. CO-15 +80-100. Biozona de *O. spiralis* (látex, x 3,2).

Figs. 13, 17-18. Orthocerida morfotipo 3. 13, MGM 1515 S. Loc. CO-13. Biozona de *O. spiralis* (látex, x 1,25). 17, MGM 1519 S. Loc. CO-12 +2,4-3,1. Biozona de *O. spiralis* (látex, x 1,59). 18, MGM 1520 S. Loc. CO-15 +80-100. Biozona de *O. spiralis* (látex, x 3,32).

Fig. 15. Orthocerida morfotipo 7?. MGM 1517 S. Loc. CC JA-8. Biozona de *C. lundgreni* (látex, x 3,71).

Fig. 16. Orthocerida morfotipo 6. MGM 1518 S. Loc. CO-15 +100-120. Biozona de *O. spiralis* (látex, x 3,16).





**LÁMINA 28.** Ortocerátidos. Gasterópodos. Trilobites. Icnofósiles.

Figs. 1-2, 4. *Aptychopsis* sp. 1, MGM 1521 S. Loc. HD-D. Wenlock? (x 2,58). 2, MGM 1522 S. Loc. PT RE-13. Biozona de *C. perneri*-*C. ramosus* (x 3,91). 4, MGM 1524 S. Loc. D-3 (con Orthocerida morfotipo 5). Biozona de *O. spiralis*? (x 1,88).

Figs. 3, 5, 7. *Preodontochile batalleri* (Hernández Sampelayo). Loc. CC MJ-12 (= CO-12). Biozona de *O. spiralis* (3, MGM 1523 S, x 9,17; 5, x 4,5; 7, x 5).

Fig. 6. Concentración de fragmentos diminutos de conchas finas de ortocerátidos, trituradas o regurgitadas por un depredador no identificado, en un plano de pizarra ampelítica. MGM 1525 S. Loc. D-3. Biozona de *O. spiralis*? (x 4,71).

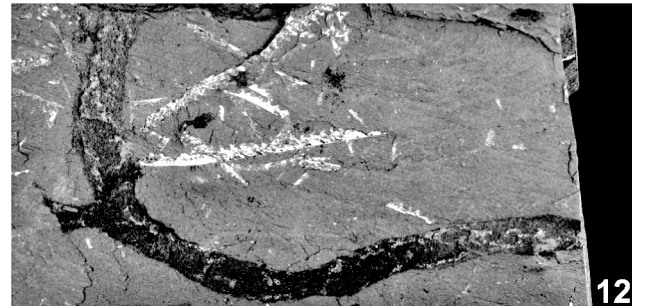
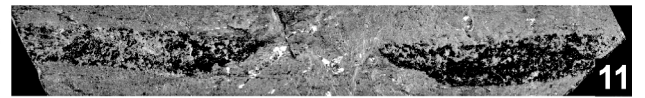
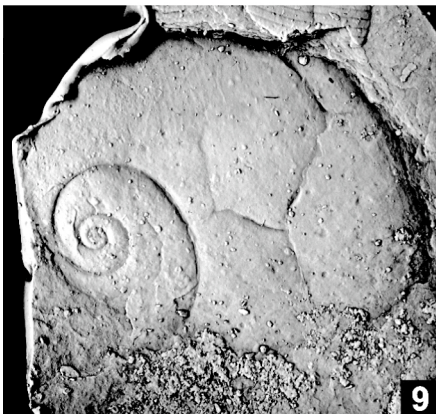
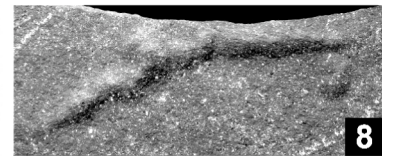
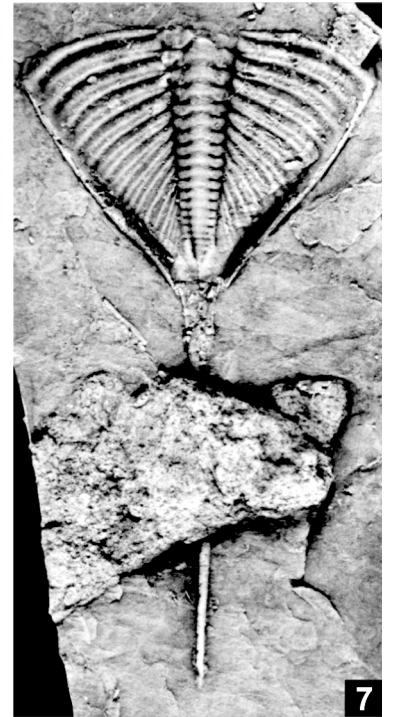
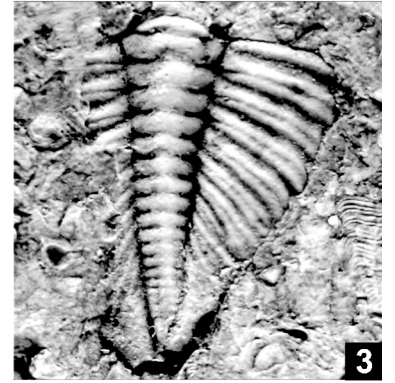
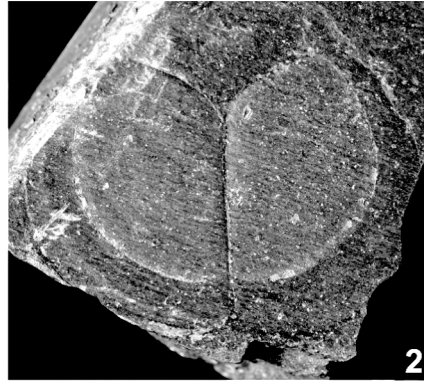
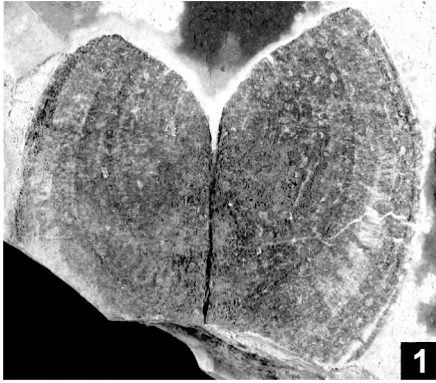
Fig. 8. *Trichichnus*? isp. MGM 1526 S. Loc. CO-4A. Biozona de *S. turriculatus* (x 1,12).

Fig. 11. *Trichichnus* isp. MGM 1529 S. Loc. CC MJ-12 (= CO-12). Biozona de *O. spiralis* (x 1,76).

Fig. 12. *Trichichnus appendicus* Uchman. MGM 1530 S. Loc. CC MJ-12 (= CO-12). Biozona de *O. spiralis* (x 1,75).

Figs. 9-10. 9, Cyrtoreritomorpha? indet. MGM 1527 S. Loc. GM EU-3. Wenlock? (Látex, x 5). 10, Loxonematoides indet. MGM 1528 S. Loc. CC MJ-12 (= CO-12). Biozona de *O. spiralis* (Látex, x 3,86).





#### LÁMINA 29. Bivalvos.

Figs. 1, 18-19. *Cheiopteria?* sp. 1. Valvas izquierda y derecha y Orthocerida. 1, MGM 1531 S. Loc CO-15 +0-20. Biozona de *O. spiralis* (x 2,81). 18-19, Loc. CO-16/17 +100-120. Biozona de *C. murchisoni* (18, valva derecha, MGM 1547 S, x 4,76; 19, valva izquierda, MGM 1548 S, x 4,5).

Fig. 2. Slavidae indet. MGM 1532 S. Loc. CO-15 +0-20. Látex. Biozona de *O. spiralis* (x 2,55).

Figs. 3, 5-6, 12. Cardiolidae indet. 3, MGM 1533 S. Loc. CO-15 +80-100. Biozonas de *O. spiralis* a *C. lapworthi* (x 2,53). 5-6, Loc. CO-15. Biozonas de *O. spiralis* a *C. lapworthi* (5, valva izquierda, MGM 1535 S, x 1,8; 6, valva izquierda?, MGM 1536 S, x 1,07). 12, valva derecha?. MGM 1542 S. Loc. AL AM W. Wenlock? (x 4).

Fig. 4. *Stolidotus* sp. MGM 1534 S. Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (x 8,39).

Fig. 7. *Cardiola* aff. *agna* Kříž. MGM 1537 S. Loc. “1 m sobre ortóceras”. Ludlow? (x 2,51).

Fig. 8. Antipleuridae n. gen. MGM 1538 S. Loc. AL AM W. Wenlock? (x 2,56).

Figs. 9-10, 13. *Mytilarca* sp. Loc. Calatraveño. Pridoli (9, valva izquierda, MGM 1539 S, x 3,48; 10, valva izquierda, MGM 1540 S, x 2,28; 13, vista lateral del 9, MGM 1539 S, x 4,52).

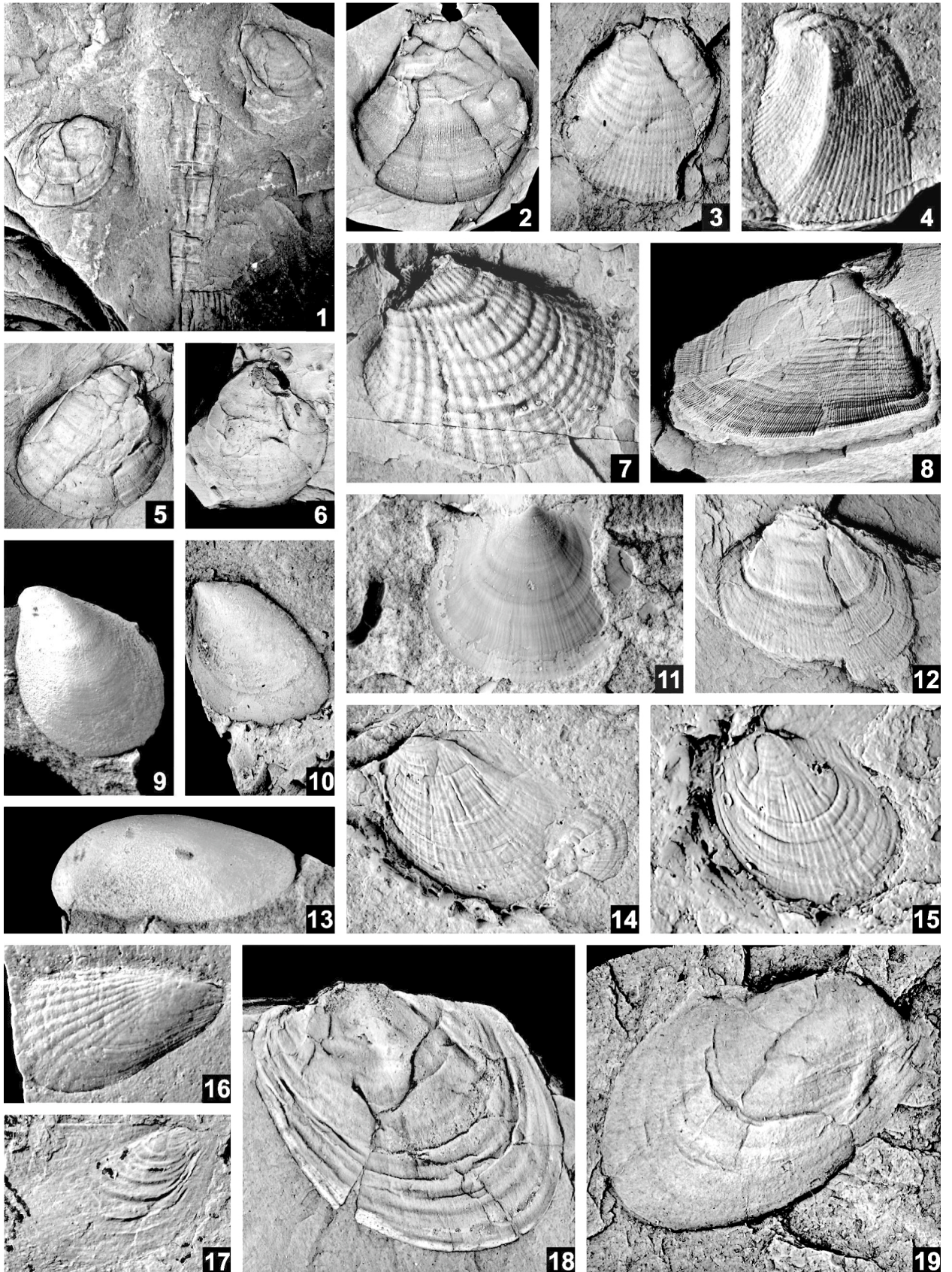
Fig. 11. *Pterinopecten* (*Pterinopecten*) *cybele* aff. *cybele* (Barrande). MGM 1541 S. Loc. Calatraveño. Pridoli (x 2,67).

Figs. 14-15. *Actinopteria* sp. Valvas derechas. Loc. D-3. Biozona de *O. spiralis*? (14, MGM 1543 S, x 4,77; 15, MGM 1544 S, x 9,53).

Fig. 16. Pterineidae indet. MGM 1545 S. Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (x 7,06).

Fig. 17. Pterineidae indet. (*Actinopteria* sp. ?/*Leiopteria?* sp.). Valva izquierda. MGM 1546 S. Loc. PT RE-23. Biozona de *C. lundgreni?* (x 4,8).





### LÁMINA 30. Bivalvos.

Fig. 1. *Panenka* aff. *obsequens* Barrande. MGM 1549 S. Loc. Presa del Pantano. Pridoli tardío (x 1,55).

Figs. 2, 4-5. *Praecardium* sp. Loc. Presa del Pantano. Pridoli tardío (2, MGM 1550 S, x 3,42; 4, MGM 1552 S, x 3,69; 5, MGM 1552 S, x 4,43).

Fig. 3. *Praecardium* aff. *bohemicum* Barrande. MGM 1551 S. Loc. Presa del Pantano. Pridoli tardío (x 4,08).

Figs. 6-7, 9-12. *Cheiopteria bridgei* Pojeta & Kříž. Loc. Presa del Pantano. Pridoli tardío (6, MGM 1553 S, x 1,59; 7, valva izquierda, MGM 1554 S, x 4,95; 9, MGM 1556 S, x 2,47; 10, MGM 1553 S, x 4,38; 11, MGM 1557 S, x 5,6; 12, MGM 1558 S, x 3,47).

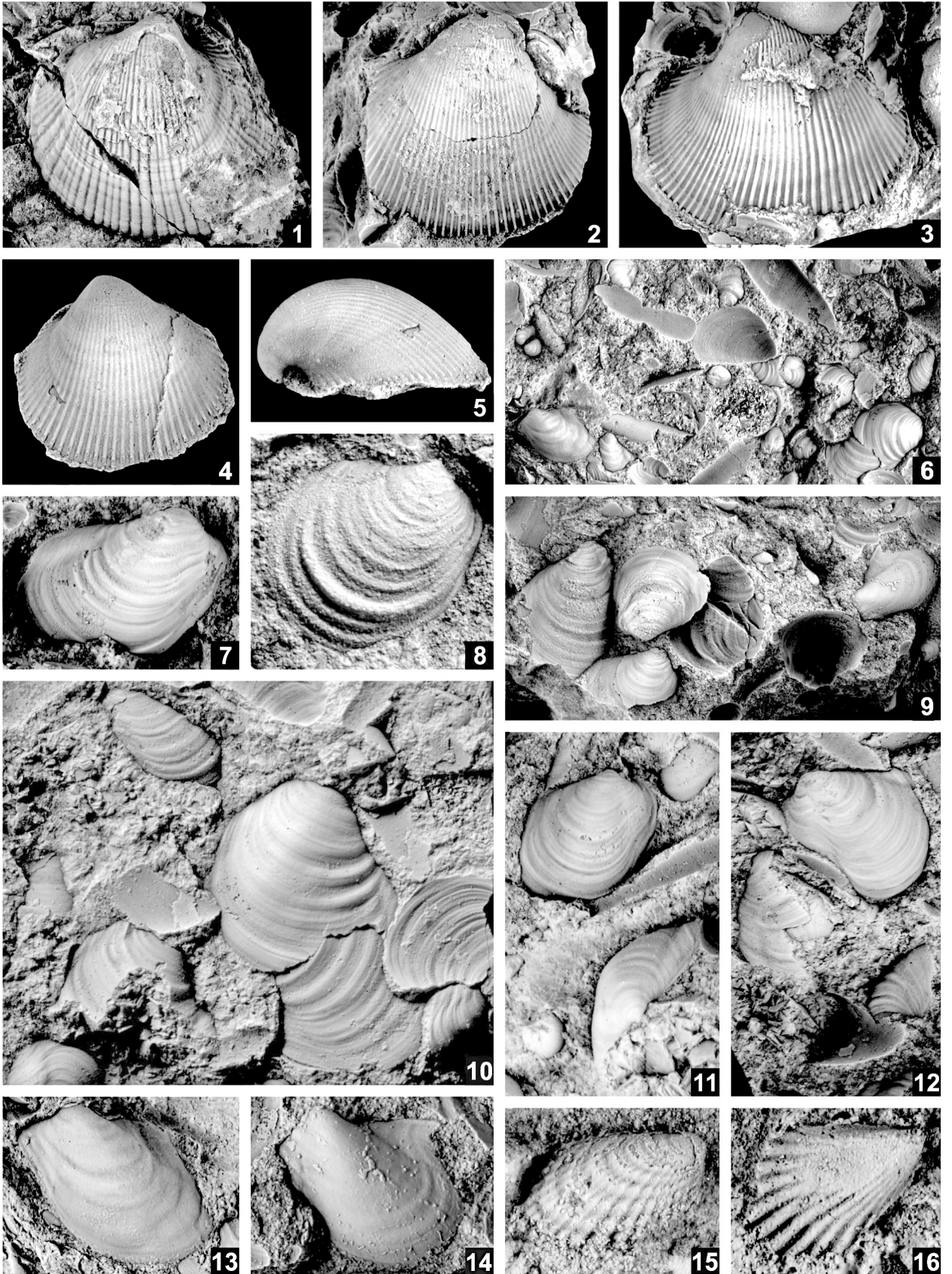
Fig. 8. *Cheiopteria* aff. *bridgei* Pojeta & Kříž. Valva izquierda. MGM 1555 S. Loc. Presa del Pantano. Pridoli tardío (x 6,27).

Figs. 13-14. *Leptodesma* aff. *carens* (Barrande). Loc. Presa del Pantano. Pridoli tardío (13, valva derecha, MGM 1553 S-1, x 4,02; 14, valva derecha, MGM 1556 S-1, x 5,18).

Fig. 15. *Butovicella* cf. *migrans* (Barrande). Valva izquierda. MGM 1559 S. Loc. Veredas (San Benito). Biozona de *Mcl. griestoniensis*. (Látex, x 7,36).

Fig. 16. *Silurinka vetula* Kříž. Valva izquierda. MGM 1560 S. Loc. Veredas (San Benito). Telychiense (Látex, x 7,2).





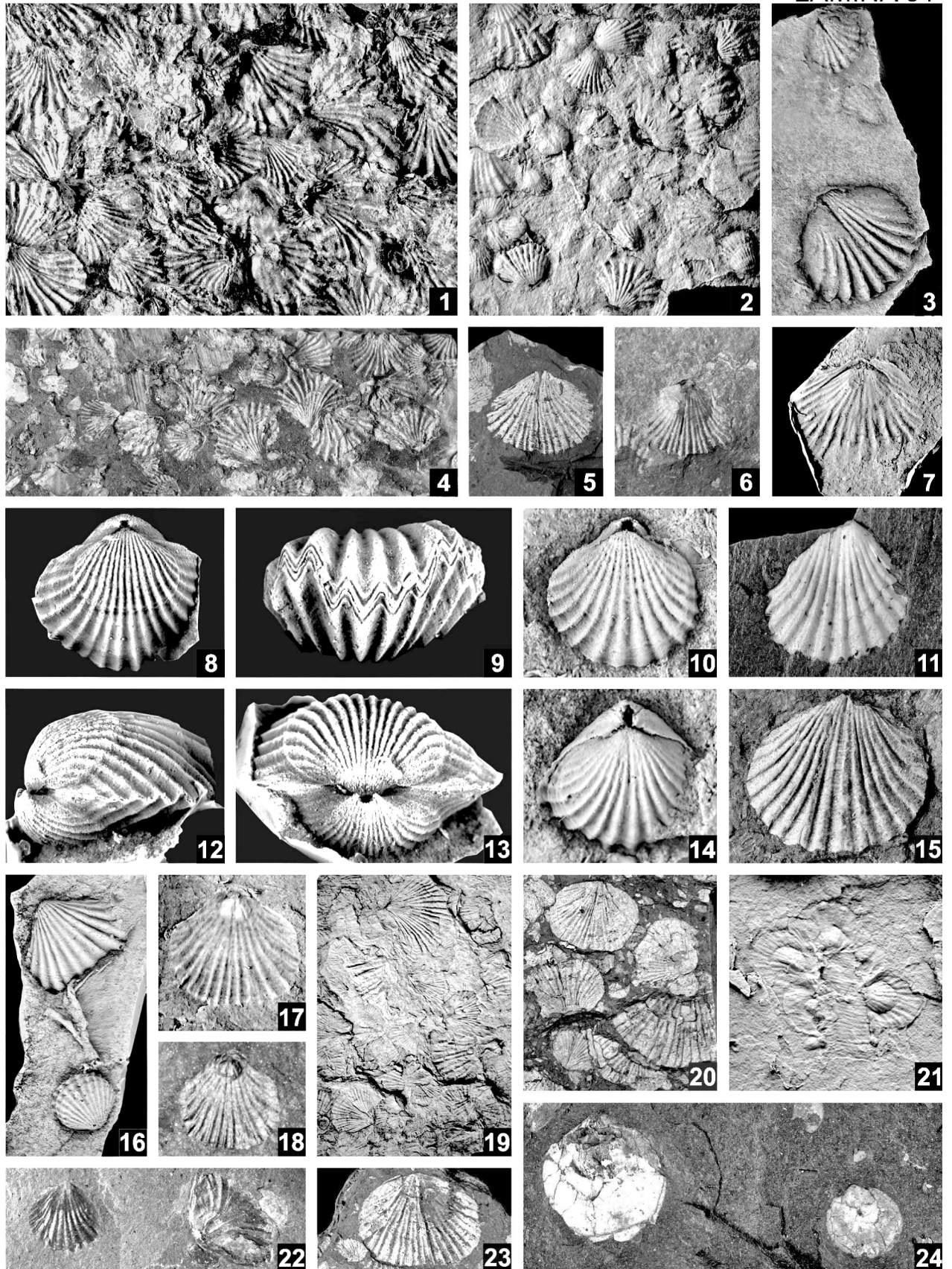


### LÁMINA 31. Braquiópodos.

Figs. 1-4, 7-16. Rhynchonellida indet. 1. 1, 4, 11, Loc. EC SE-6. Biozonas de *M. griestoniensis* a *T. tullbergi* (1, MGM 1561 S, x 2,15; 4, MGM 1564 S, x 1,3; 11, valva dorsal, MGM 1571 S, x 5,57). 2-3, 15, Loc. SB PQ-13. Biozona de *Mcl. griestoniensis*? (2, MGM 1562 S, x 1,87; 3, MGM 1563 S, x 3; 15, valva dorsal, MGM 1575 S, x 4,84). 7, MGM 1567 S. Loc. HD-D, Sheinwoodiense (Látex, x 1,8). 8-10, 12-14, 16, Loc. 11-39 (GM EB). Biozonas de *Mcl. griestoniensis* a *O. spiralis* (Todos látex, 8, valva ventral, MGM 1568 S, x 3,59; 9, vista posterior, MGM 1569 S, x 5,18; 10, valva ventral, MGM 1570 S, x 4,44; 12, vista lateral, MGM 1568 S, x 2,98; 13, vista anterior, MGM 1568 S, x 3,43; 14, valva ventral, MGM 1574, x 5,88; 16, MGM 1576 S, x 2,22).

Figs. 5-6, 17-20, (21), 22-23. Rhynchonellida indet. 2. 5-6, Loc. CO-16/17 +250-280. Biozona de *M. riccartonensis* (5, MGM 1565 S, x 1,73; 6, MGM 1566 S, x 2,31). 17-18, Loc. CHW-4. Wenlock (17, látex, MGM 1577 S, x 4,08; 18, MGM 1578 S, x 2,73). 19-20, 23, Loc. CO-21. Biozona de *M. riccartonensis* (*P. dubius*?) (19, MGM 1579 S, x 1,11; 20, MGM 1580 S, x 2,67; 23, MGM 1583 S, x 2,28). 21, MGM 1581 S. Loc. CO-12. Biozona de *O. spiralis* (x 3,6). 22, MGM 1582 S. Loc. CHW-3. Wenlock (x 2,38).

Fig. 24. Lissatrypidina. MGM 1584 S. Loc. EC SE-6. Biozonas de *M. griestoniensis* a *T. tullbergi* (x 4,06).



### LÁMINA 32. Braquiópodos. Bivalvos.

Figs. 1-5, 7-8. *Valdaria budili*? Havlíček & Štorch. 1, 3-4, 7-8, Loc. CO-12. Biozona de *O. spiralis* (1, valva dorsal, MGM 1585 S, x 5,9; 3, valva ventral, MGM 1587 S, x 4,06; 4, valva dorsal, MGM 1588 S, x 3,45; 7, valva dorsal, MGM 1591 S, x 3,45; 8, valva ventral, MGM 1592 S, x 4,58). 2, 5, Loc. SB PQ-13. Biozona de *Mcl. griestoniensis*? (2, valva dorsal, MGM 1586 S, x 3,98; 5, valva ventral, MGM 1589 S, x 3,95).

Figs. 6, 18-19. *Cheiopteria*? sp. 6, valva derecha. MGM 1590 S. Loc. SB PQ-24. Telychiense? (x 2,06). 18-19, valvas izquierdas. Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (18, MGM 1602 S, x 3,11; 19, MGM 1603 S, x 5,9).

Fig. 9. Lissatrypidina. MGM 1593 S. Loc. BN-1. Wenlock. Látex. Parte superior, vista anterior (x 5,2). Parte inferior, vista ventral (x 4,64).

Fig. 10. Linguliformea? indet. MGM 1594 S. Loc. SB PQ-36. Wenlock (x 6,11).

Figs. 11-13. Dualinidae indet. 11, MGM 1595 S. Loc. CO-18. Biozona de *C. purchisoni*?. Látex (x 4,28). 12, MGM 1596 S. Loc. GM-H. Látex. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (x 5,13). 13, MGM 1597 S. Loc. 2m11 (2 m sobre CO-11). Biozonas de *T. tullbergi*-*O. spiralis*? (x 2,19).

Fig. 14. *Panenka* sp. Valva derecha. MGM 1598 S. Loc. Mina Guillermin. Pridoli? (x 4,18).

Figs. 15-16. *Telycardia malinka* Kříž. Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (15, valva izquierda, MGM 1599 S, x 7,93; 16, valva derecha, MGM 1600 S, x 7,47).

Fig. 17. *Slava* aff. *decurtata* Barrande. MGM 1601 S. Loc. 14. Wenlock? (valva izquierda?, x 5,95).

Fig. 20. *Cardiola* aff. *agna* Kříž. MGM 1604 S. Loc. WALange. Ludlow. Látex (valva derecha, x 5,25).

Fig. 21. *Stolidotus*? sp. MGM 1605 S. Loc. "1 m sobre ortóceras". Ludlow? (x 2,4).

Figs. 22-23. *Algerina*? sp. Loc. WALange. Ludlow (22, MGM 1606 S, x 3,15; 23, latex, MGM 1607 S, x 3,05).

Fig. 24. *Slava* aff. *norna* Kříž. MGM 1608 S. Loc. CO-12 40-60. Biozona de *O. spiralis*. Látex (x 2,17).

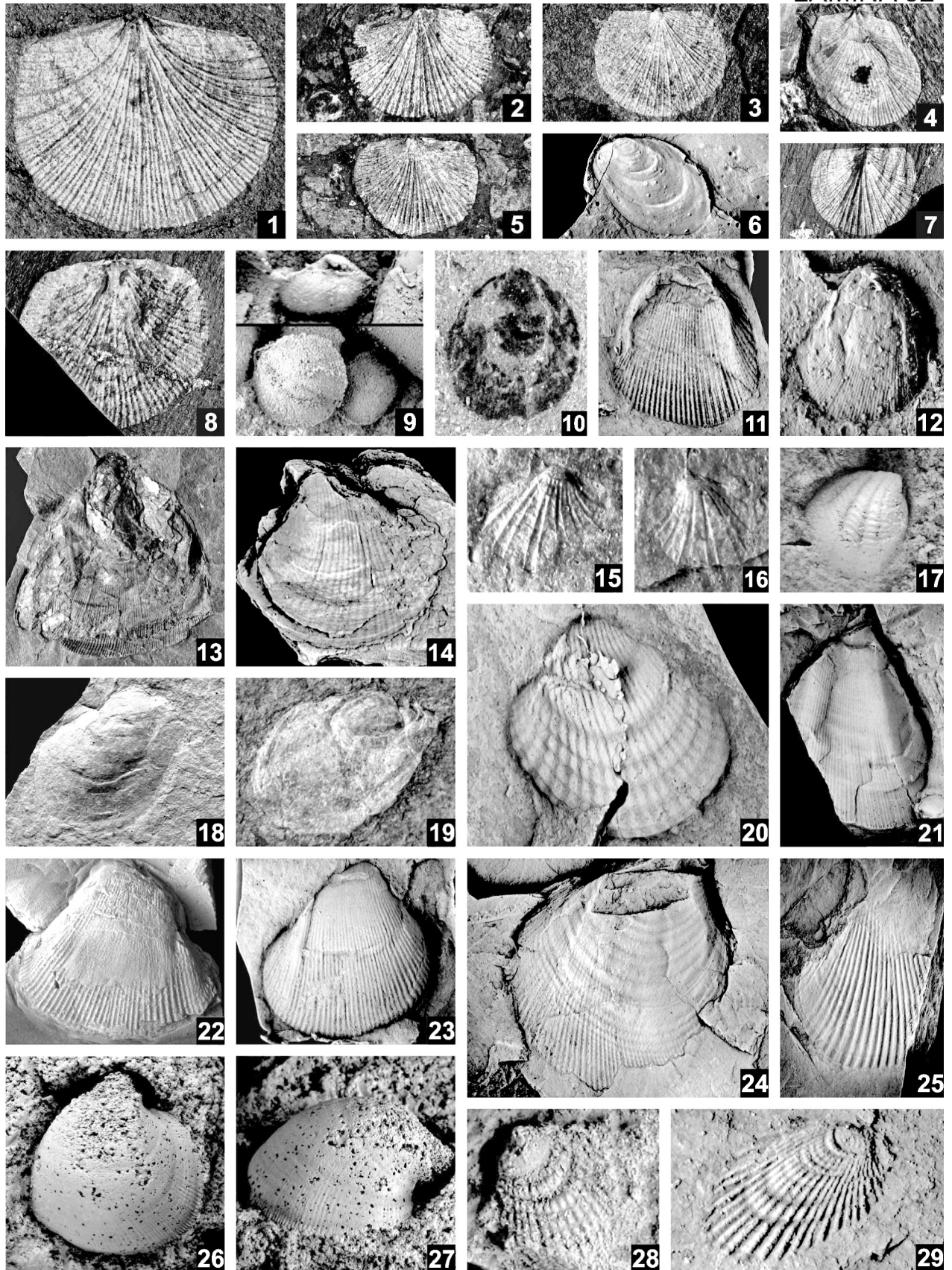
Fig. 25. *Slavinka* aff. *tanita* Kříž. MGM 1609 S. Loc. CO-12 40-60. Biozona de *O. spiralis* (x 1,54).

Figs. 26-27. *Copenychia* aff. *pristina* Kříž. MGM 1610 S. Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (26, x 3,07; 27, x 3,54).

Fig. 28. *Butovicella* aff. *galemmu* Kříž. MGM 1612 S. Loc. BN-2. Wenlock (valva derecha, x 12,14).

Fig. 29. *Butovicella* cf. *migrans* (Barrande). MGM 1613 S. Loc. PT RE-16. Látex. Biozonas de *C. perneri* -*C. ramosus* a *C. huldgreni*? (valva izquierda, x 3,5).





**LÁMINA 33.** Equinodermos. Annelida (Machaeridios). Gasterópodos.

Fig. 1. Crinoidea indet. MGM 1614 S. Loc. CO-16/17 +0-20. Biozona de *C. purchisoni*. Látex (x 7,86).

Fig. 2. Crinoidea indet. MGM 1615 S. Loc. CC MJ-18 (= CO-18). Biozona de *C. purchisoni*?. Látex (x 9).

Fig. 3. Crinoidea indet. MGM 1616 S. Loc. CC MJ-12 (= CO-12). Biozona de *O. spiralis*. Látex (x 4).

Fig. 4. Crinoidea indet. MGM 1617 S. Loc. 7. Wenlock. Látex (x 8,125).

Figs. 5 a 19. *Scyphocrinites elegans* Zenker. Loc. Mina Guillermin. Ludlow? (5, látex, MGM 1618 S, x 1,5; 6, MGM 1619 S, x 1,2; 7, MGM 1619 S, x 1,1; 8, MGM 1620 S, x 1,075; 9, MGM 1621 S, x 1,54; 10, MGM 1619 S, x 1,42; 11, MGM 1622 S, x 1,35; 12, MGM 1623 S, x 1,69; 13, MGM 1619 S, x 1,61; 14, MGM 1624 S, x 1,57; 15, MGM 1625 S, x 1,54; 16, MGM 1619 S, x 0,83; 17, MGM 1626 S, x 1,23; 18, MGM 1627 S, x 1,72; 19, MGM 1619 S, x 1,07).

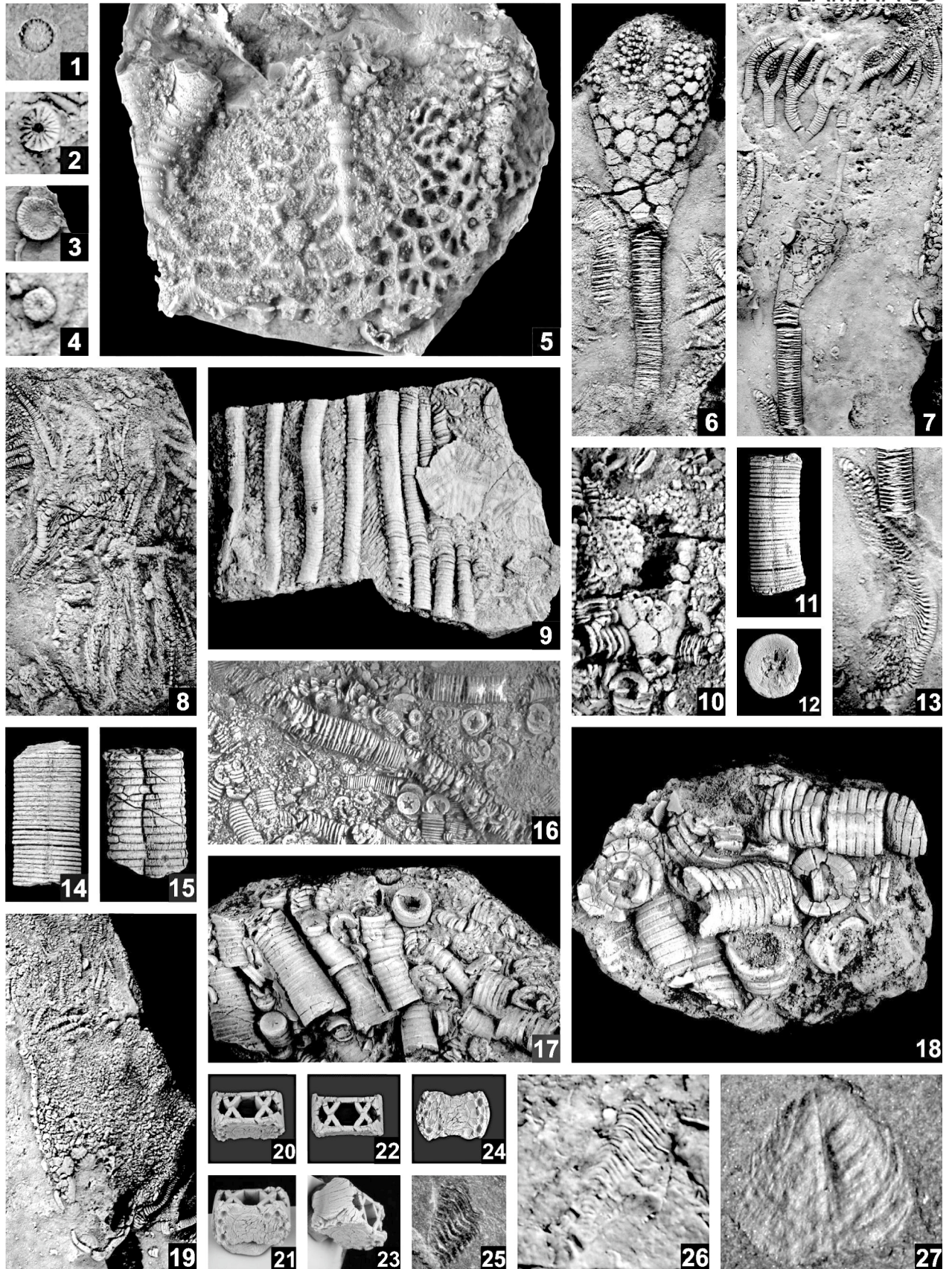
Figs. 20 a 24. *Scyphocrinites* sp. MGM 1628 S. Loc. Mina Guillermin. Ludlow? (20, x 0,85; 21, x 0,88; 22, x 0,83; 23, x 0,8; 24, x 0,9; 25, x 1,24).

Fig. 25. *Turrilepas*? sp. MGM 1629 S. Loc. CO-21. Biozona de *M. riccartonensis* (*P. dubius*?) (x 8,5).

Fig. 26. *Plumulites* sp. MGM 1523 S. Loc. CO-12. Biozona de *O. spiralis* (x 10).

Fig. 27. *Pterotheca* sp. MGM 1630 S. Loc. CO-21. Biozona de *M. riccartonensis* (*P. dubius*?) (x 10).





**LÁMINA 34.** Cornulítidos. Ostrácodos. Cnidarios.

Figs. 1-3. *Cornulites* sp. 1. 1, MGM 1631 S. Loc. CO-16/17 +220-240. Biozona de *M. riccartonensis* (x 4,67). 2, 3, Loc. CO-16/17 +240-260. Biozona de *M. riccartonensis* (2, MGM 1632 S, x 3,58; 3, MGM 1633 S, x 3,16).

Figs. 4-5, 11. *Cornulites* sp. 2. 4, MGM 1634 S. Loc. CO-12 +160-180. Biozona de *O. spiralis* (x 3,94). 5, MGM 1635 S. Loc. CO-15 +100-120. Biozona de *C. lapworthi* (látex, x 2,55). 11, Incrustante sobre bivalvo. MGM 1641 S. Loc. CO-12 +2,4-3,1. Biozona de *O. spiralis* (x 5,08).

Figs. 6-7. *Cornulites*? spp. (*Annuliconchus*? sp.). 6, MGM 1636 S. Loc. EC SE-2. Biozona de *Mcl. griestoniensis* (látex, x 15). 7, MGM 1637 S. Loc. CC MJ-18 (= CO-18). Biozona de *C. murchisoni*? (látex, x 6,18).

Figs. 8-10, 12. Cornulítidos. 8-9, 12, Loc. HD-D. Wenlock (8, látex, MGM 1638 S, x 2,78; 9, látex, MGM 1639 S, x 3,83; 12, látex, MGM 1642 S, x 3,25). 10, MGM 1640 S. Loc. CO-12 +0-20. Biozona de *O. spiralis* (x 2,89).

Figs. 13-14, 20-23. Myodocopida. 13-14, Loc. D-3. Biozona de *O. spiralis*? (13, MGM 1643 S, x 12,88; 14, látex, MGM 1644 S, x 8,33). 20-23, Loc. GM-H. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (20, MGM 1647 S, x 7,91; 21, MGM 1648 S, x 8,54; 22, MGM 1649 S, x 11,82; 23, MGM 1650 S, x 9,33).

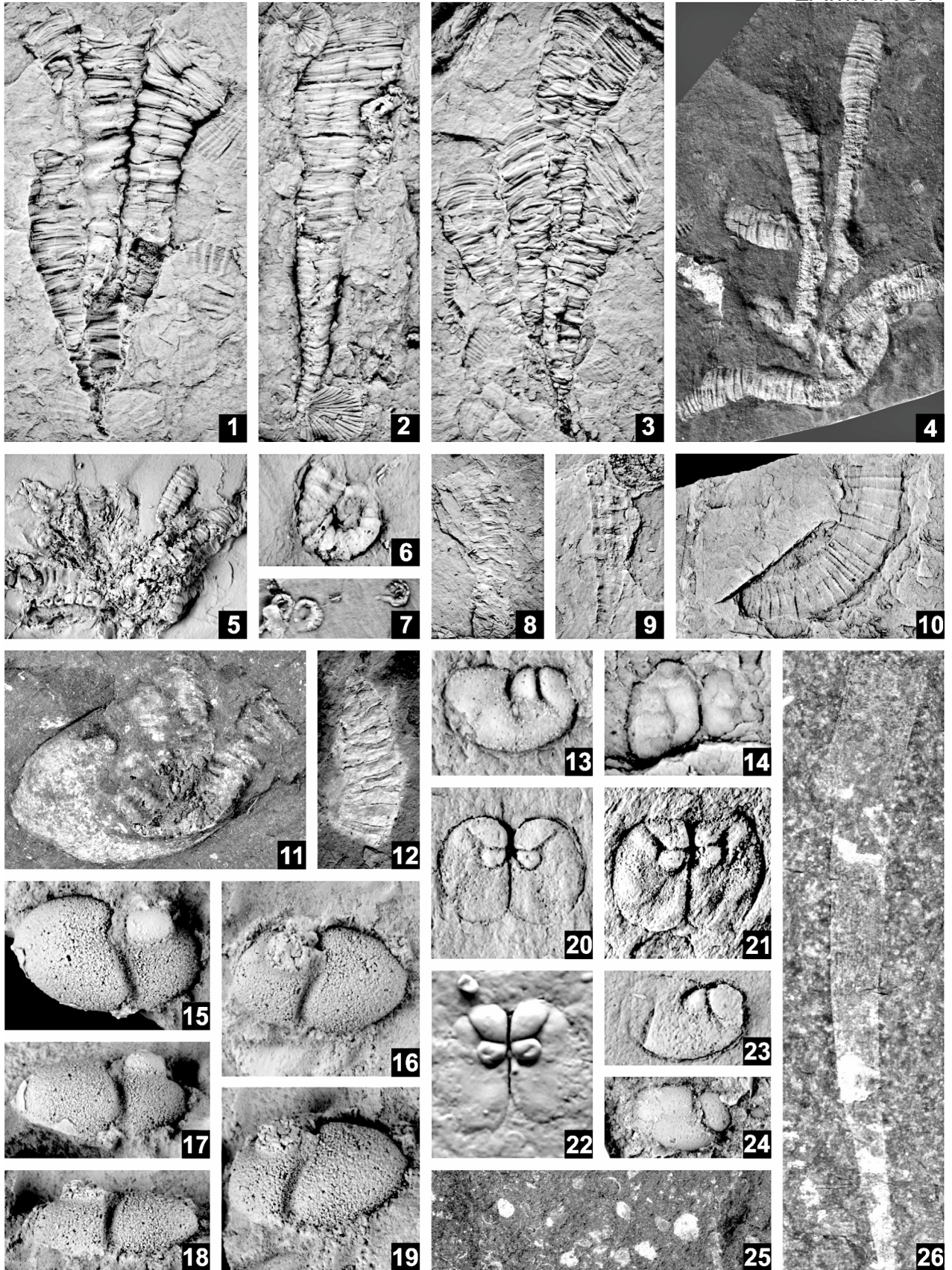
Figs. 15-19. *Entomozoe*? sp. Loc. GM-H, en nódulos. Biozona de *O. spiralis* o algo por encima (15, MGM 1645 S, x 4,78; 16, MGM 1646 S, x 4,46; 17, MGM 1645 S, x 4,39; 18, MGM 1646 S, x 4,2; 19, MGM 1646 S, x 5).

Fig. 24. *Bolbozoe* cf. *anomala* Barrande. MGM 1651 S. Loc. Presa del Pantano. Pridoli. Látex (x 4,17).

Fig. 25. Cipridínido indet. MGM 1652 S. Loc. Guillermin. Ludlow? (x 2,41).

Fig. 26. *Sphenotallus* sp. MGM 1653 S. Loc. GM EB-6. Biozona de *O. spiralis* (x 6,8).

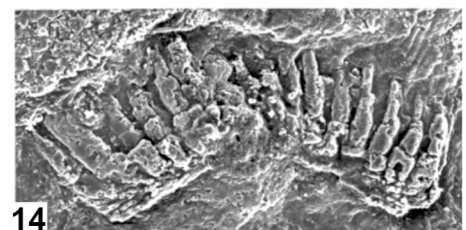
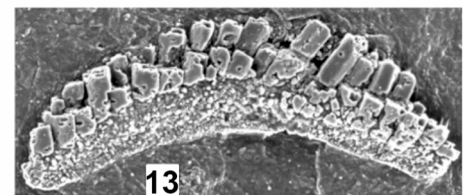
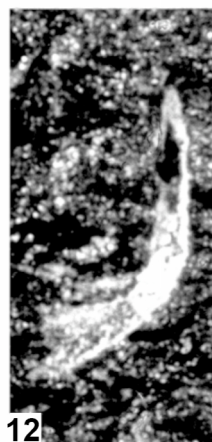
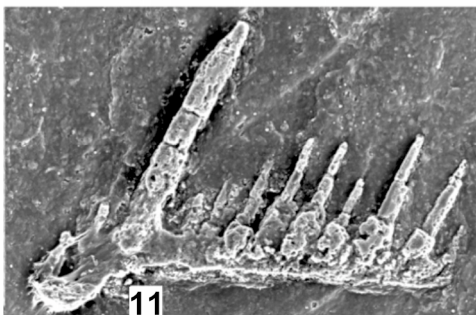
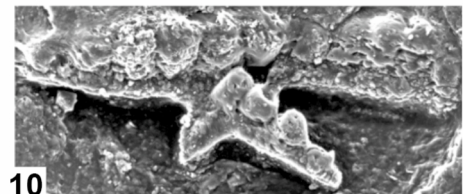
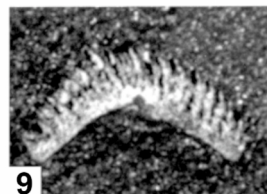
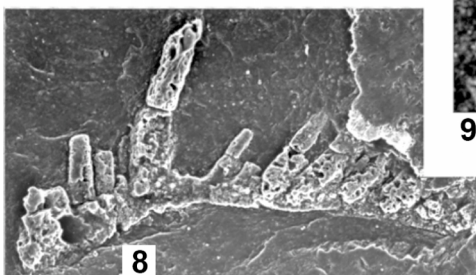
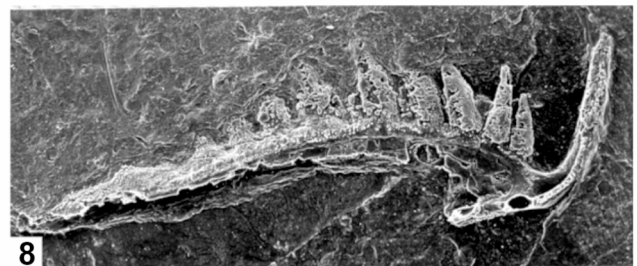
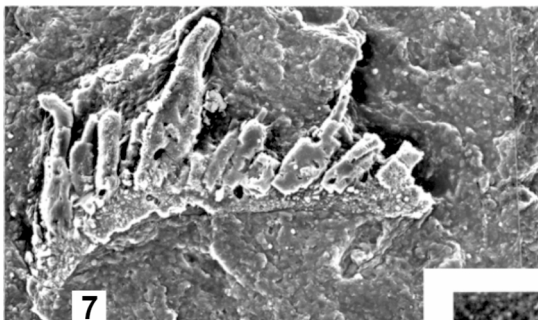
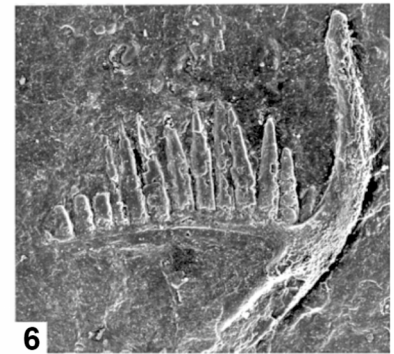
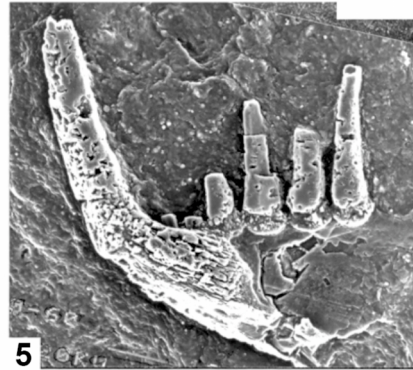
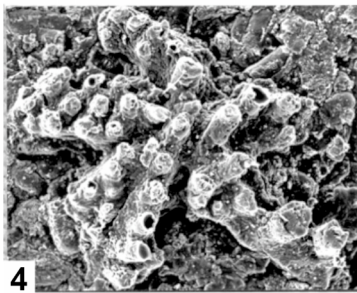
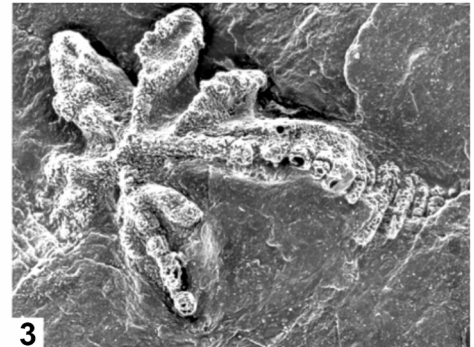
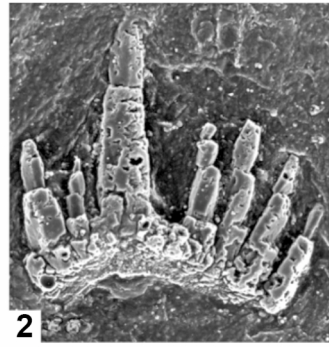




### LÁMINA 35. Conodontos.

Conodontos de las biozonas de graptolitos *O. spiralis* (superior) a *C. purchisoni* (inferior) de la sección del río Jabalón (de G. Sarmiento en Loydell *et al.*, 2009): (1, 2, 7, 9, 10, 12, 14, 15) *Ozarkodina excavata* (Branson & Mehl); (1) CO/S2733; elemento Sa?, vista posterior; CO15–1.0–1.2 m; (2) CO/S2743; elemento Sa?, vista anterior; CO15–0.4–0.6 m; (7) CO/S2755; elemento Sc, vista lateral interna; CO15 a –0.2 m; (9) CO/S2749; elemento Sc, vista lateral interna; CO15–0.8–1.0 m; (10) CO/S2751; elemento P, vista lateral; CO15–0.6–0.8 m; (12) CO/S2748; elemento Sc, vista lateral interna; CO15–0.8–1.0 m; (14) CO/S2746; elemento P, vista lateral; CO15–0.2–0.4 m; (15) CO/S2737; elemento P, vista lateral; CO15–1.2– 1.4 m. (3–6, 8) *Distomodus staurogathoides* (Walliser); (3) CO/S2732; elemento Pa, vista superior; CO15–1.0–1.2 m; (4) CO/S2731; elemento Pa, vista oblicua superior; CO15–0.4–0.6 m; (5) CO/S2110; elemento S, vista lateral; CO15–0.4–0.6 m; (6) CO/S2747; elemento S, vista lateral; CO116/17–0.2–0.4 m; (8) CO/S2757; elemento S, vista lateral; CO15–0.4–0.6 m. (11) *Pterospathodus amorphognathoides* Walliser; CO/S2745; elemento Pa, vista oblicua superior; CO16/17 a –0.2 m. (13) *Dapsilodus obliquicostatus* (Branson & Mehl); CO/S2790; vista lateral; CO15+0.8–1.0 m. La barra de escala representa 100  $\mu$ m.





# **ANEXO I**

## **PERFILES ESTRATIGRÁFICOS Y YACIMIENTOS PALEONTOLÓGICOS ESTUDIADOS**

Nota: La situación de las localidades se indica en la Fig. 4 del texto.



# ÍNDICE DE CONTENIDO DEL ANEXO I

---

<b>(A) - SINCLINAL DE GUADARRANQUE .....</b>	<b>I1</b>
A.1. Sección del arroyo Guadarranquejo.....	I1
A.2. Sección del Puerto San Vicente.....	I3
A.3. Afloramiento puntual de la Apertura de la Muela .....	I4
A.4. Sección de Bohonal de los Montes.....	I4
A.5. Localidad histórica Arroyo Molinillo .....	I4
A.6. Afloramientos temporales en el vaso del embalse del Cíjara .....	I5
<b>(B) - SINCLINAL DE HERRERA DEL DUQUE.....</b>	<b>I7</b>
B.1. Sección del arroyo de la Colada (HD) .....	I7
B.2. Afloramiento puntual Localidad Valdecaballeros.....	I8
B.3. Afloramiento puntual de Casa Ortiz .....	I8
<b>(C) - SINCLINAL DE CORRAL DE CALATRAVA.....</b>	<b>I11</b>
C.1. Sección del río Jabalón (CO) .....	I11
C.2. Sección de la confluencia de los ríos Guadiana y Jabalón (CC GU JA) .....	I19
C.3. Sección de Puente Morena (CC JA) .....	I20
<b>(D) - SINCLINAL DE ALMADÉN .....</b>	<b>I23</b>
D.1. Afloramiento puntual de la Loc. AL-VI .....	I23
D.2. Afloramiento puntual de la Loc. AL-193 .....	I23
D.3. Afloramientos puntuales de Almadenejos (AL AM) .....	I23
D.4. Sección del arroyo Avilero (AL AV) .....	I24
D.5. Sección del arroyo del Lápiz (AL LP).....	I25
D.6. Afloramientos puntuales del arroyo del Lápiz sur (Locs. 19 y 19bis) .....	I28
D.7. Afloramiento puntual de Los Toriles (Loc. 49).....	I28
D.8. Afloramiento puntual de la Casa del Pielero (Loc. 1).....	I28
D.9. Afloramiento puntual de El Peñoncillo (Loc. 2).....	I30
D.10. Sección del arroyo de la Ribera de Gargantiel (Locs. 3 a 5).....	I30
D.11. Afloramiento puntual de la Loc. 6.....	I31
D.12. Afloramiento puntual de la Loc. 9.....	I31
D.13. Afloramiento puntual de la Loc. 8.....	I31
D.14. Afloramiento puntual de la Loc. 10 .....	I31
D.15. Afloramiento puntual de la Loc. 11 .....	I30
D.16. Afloramientos puntuales de la mina de El Entredicho.....	I30
D.17. Muestras puntuales del interior de la mina de Almadén .....	I30
D.18. Muestras antiguas de la mina de Almadén procedentes de colecciones históricas del Museo Geominero .....	I31
<b>(E) - SINCLINAL DE VALDEAZOGUES-PUERTOLLANO .....</b>	<b>I33</b>
E.1. Afloramientos del área de Valdeazogues (PT VAZ).....	I33
E.2. Sección de Retamar (PT RE) .....	I34

E.3. Localidades de Ojailén-Brazatortas (PT OB) .....	I36
E.4. Afloramiento puntual de la Cañada de Cantohincado .....	I36
<b>(F) - Sinclinal de Santa Cruz de Mudela.....</b>	<b>I41</b>
F.1. Afloramientos puntuales del castillo de Montizón.....	I41
F.2. Muestras de la litoteca MAGNA del IGME, correspondientes a la hoja geológica nº 862.....	I41
<b>(G) - SINCLINAL DE GUADALMEZ .....</b>	<b>I43</b>
G.1. Sección de la estación de Chillón oeste (CHW).....	I43
G.2. Sección de la estación de Chillón este (CHE) .....	I43
G.3. Sección de Guadalmez Norte (GM GN) .....	I44
G.4. Sección de la estación de Belalcázar (GM EB).....	I46
G.5. Afloramiento puntual GM-H .....	I51
G.6. Afloramiento puntual D-3 (= GM-D).....	I51
G.7. Afloramiento puntual GM GRE .....	I53
G.8. Secciones de la Estación de las Cabras .....	I53
<i>G.8.1. Estación de las Cabras (GM EC).....</i>	<i>I53</i>
<i>G.8.2. Boca oeste del túnel (GM TCW).....</i>	<i>I52</i>
<i>G.8.3. Boca este del túnel (GM TCE).....</i>	<i>I52</i>
G.9. Afloramiento puntual de la localidad GM AL .....	I54
G.10. Afloramiento puntual de la Loc. 12 .....	I54
G.11. Afloramientos puntuales del río Guadalmez norte .....	I54
G.12. Afloramientos puntuales del río Guadalmez sur .....	I55
G.13. Afloramientos puntuales de la cantera de El Molinillo .....	I56
<b>(H) - FLANCO NORTE DEL SINCLINORIO DE LOS PEDROCHES .....</b>	<b>I57</b>
H.1. Afloramientos puntuales de la localidad GM-PO .....	I57
H.2. Afloramientos puntuales de la localidad GM-EU .....	I60
H.3. Sección de Puente Quebrada (SB-PQ).....	I60
H.4. Afloramiento puntual de la Ermita de la Virgen de las Veredas .....	I63
H.5. Afloramiento puntual de la Loc. arroyo de San Juan .....	I63
H.6. El Centenillo (sondeo Fabriquilla IV) .....	I63
H.7. Localidades de la carretera a Colonia Selladores (El Centenillo) .....	I64
H.8. Muestras de la litoteca MAGNA del IGME, correspondientes a la hoja geológica nº 862 .....	I65
H.9. Muestras de la litoteca MAGNA del IGME, correspondientes a la hoja geológica nº 863 .....	I66
H.10. Muestras de la litoteca MAGNA del IGME, correspondientes a la hoja geológica nº 864 .....	I67
H.11. Muestra de la litoteca MAGNA del IGME, correspondientes a la hoja geológica nº 865 .....	I67
<b>(I) - DOMINIO OBEJO-VALSEQUILLO .....</b>	<b>I69</b>
I.1. Afloramiento puntual de Puerto Calatraveño.....	I69
I.2. Sección de Mina Guillermin .....	I69
I.3. Afloramiento puntual del Pantano del Cortijo Nuevo.....	I69
I.4. Afloramiento puntual de Peñaladrones .....	I70



# ÍNDICE DE FIGURAS DEL ANEXO I

<b>Fig. I1.</b> Columna estratigráfica esquemática de la sección del arroyo Guadarranquejo (sinclinal de Guadarranque), con la situación de las muestras paleontológicas (modificada de Rodríguez Núñez, 1989).....	12
<b>Fig. I2.</b> Columna estratigráfica esquemática de la sección del arroyo de La Colada (sinclinal de Herrera del Duque), con la situación de las muestras (modificada de Pieren Pidal y Gutiérrez-Marco, 1990).....	19
<b>Fig. I3.</b> Columna estratigráfica esquemática de la sección del río Jabalón (sinclinal de Corral de Calatrava), con la posición de las muestras paleontológicas (modificada de García Palacios <i>et al.</i> , 1996b y Štorch <i>et al.</i> , 1998).....	118
<b>Fig. I4.</b> Columna estratigráfica esquemática de la sección de la confluencia de los ríos Guadiana y Jabalón (sinclinal de Corral de Calatrava), con la situación de las muestras. ....	121
<b>Fig. I5.</b> Columna estratigráfica esquemática de la sección de Puente Morena (sinclinal de Corral de Calatrava), con la posición de las muestras paleontológicas.....	122
<b>Fig. I6.</b> Columna estratigráfica esquemática de la sección del arroyo del Lápiz (sinclinal de Almadén), con la situación de las muestras fosilíferas. ....	127
<b>Fig. I7.</b> Columna estratigráfica esquemática de la sucesión de Retamar (sinclinal de Valdezogues-Puertollano), con la situación de las muestras fosilíferas.....	137
<b>Fig. I8.</b> Columna estratigráfica sintética de las secciones de la estación de Chillón (sinclinal de Guadalmez), con la situación de las muestras fosilíferas.....	145
<b>Fig. I9.</b> Columna estratigráfica esquemática de la sección de Guadalmez Norte (sinclinal de Guadalmez), con la situación de las muestras paleontológicas.....	147
<b>Fig. I10.</b> Columna estratigráfica esquemática de la sección de la estación de Belalcázar (sinclinal de Guadalmez), con la situación de las muestras fosilíferas. ....	151
<b>Fig. I11.</b> Columnas estratigráficas esquemáticas parciales de la estación de las Cabras (sinclinal de Guadalmez), con la posición de las muestras paleontológicas.....	153
<b>Fig. I12.</b> Columna estratigráfica esquemática de la sección de Puente Quebrada (flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches), con la situación de las muestras paleontológicas estudiadas. ....	162



## (A) - SINCLINAL DE GUADARRANQUE

Las sucesiones estratigráficas analizadas en esta estructura adaptan los perfiles y la nomenclatura de los trabajos de Rodríguez-Núñez (1989) y Rodríguez-Núñez *et al.* (1989), a los que se añaden yacimientos puntuales transmitidos por M. Robardet, así como la revisión del material original de Egozcue y Mallada (1876) y Ramírez y Ramírez (1955), depositado en el Museo Geominero (Madrid).

### A.1. Sección del arroyo Guadarranquejo (Fig. 4, loc. 2; Fig. I1)

*Situación:* en el cauce del arroyo Guadarranquejo, al nor-noroeste del km 96.1 de la carretera EX-102 (antigua C-401). Flanco suroeste del sinclinal.

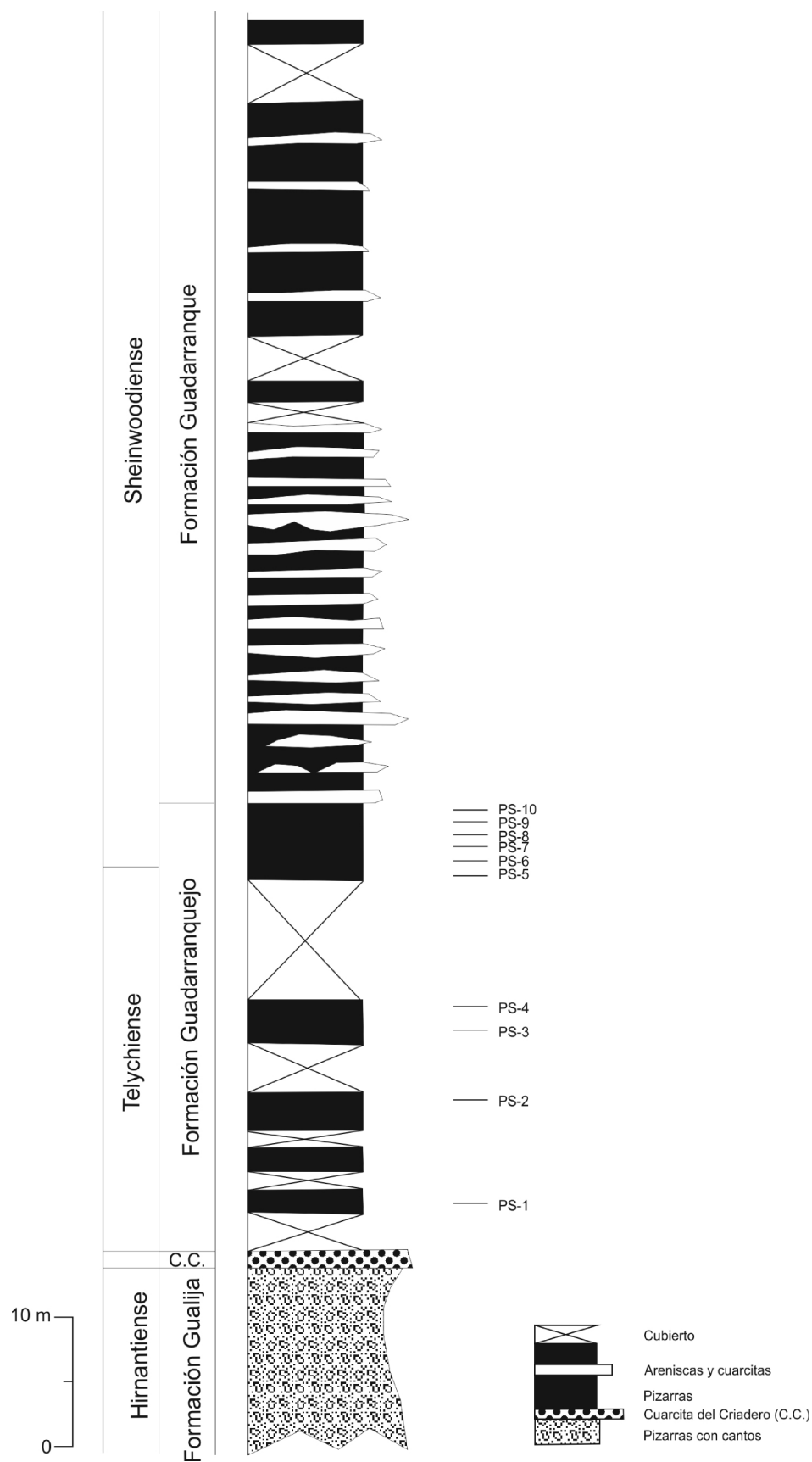
*Coordenadas UTM* (datum WGS84) para la base de la sección: x = 316.750; y = 4.372.000.

*Rango estratigráfico:* desde el techo de la Formación Gualija a la parte inferior de la Formación Guadarranque.

*Antecedentes:* la sección equivale al perfil PS de Rodríguez-Núñez (1989, fig. 12) y Rodríguez-Núñez *et al.* (1989).

*Fósiles identificados:* 10 horizontes paleontológicos del Telychiense-Sheinwoodiense, cuya localización se indica en la columna adjunta (Fig. A1). Todo el material estudiado procede de la revisión de los originales de los trabajos precedentes, llegándose a diferentes resultados taxonómicos y bioestratigráficos para los niveles PS-6 y PS-10, antes atribuidos al Telychiense. El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- PS-1 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Torquigraptus* sp., *Monograptus* sp., *Monoclimacis* sp., *Diversograptus* sp. y microelementos de conodontos (Sarmiento y Rodríguez-Núñez, 1991). Telychiense.
- PS-2 (pizarra ampelítica): *Streptograptus* cf. *crispus* Lapworth, *Monograptus marri*? Perner, *Euroclimacis jabalonensis* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, *Diversograptus* sp., *Monoclimacis* sp. y microelementos de conodontos (Sarmiento y Rodríguez-Núñez, 1991). Telychiense.
- PS-3 (pizarra ampelítica): *Monograptus priodon* (Bronn), *Torquigraptus* cf. *flagellaris* (Törnquist), *Torquigraptus* sp. y microelementos de conodontos (Sarmiento y Rodríguez-Núñez, 1991). Telychiense.
- PS-4 (pizarra ampelítica): *Monograptus juancarlosi* Štorch, *Monograptus priodon* (Bronn), *Oktavites spiralis* (Geinitz), *Diversograptus* cf. *ramosus* Manck, *Monoclimacis* sp., *Retiolites* sp., fragmentos de euriptéridos, restos de braquiópodos y nautiloideos ortocónicos y microelementos de conodontos (Sarmiento y Rodríguez-Núñez, 1991). Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- PS-5 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), braquiópodos rinconeliformes.



**Fig. 11.** Columna estratigráfica esquemática de la sección del arroyo Guadarranquejo (sinclinal de Guadarranque), con la situación de las muestras paleontológicas (modificada de Rodríguez Núñez, 1989).

- PS-6 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* cf. *dubius* (Suess), *Pristiograptus largus* (Perner), *Monograptus* sp. y braquiópodos rinconeliformes. Sheinwoodiense.
- PS-7 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* sp.
- PS-8 (pizarra ampelítica): *Monograptus* sp., *Pristiograptus* sp.
- PS-9 (pizarra ampelítica): *Monoclimacis* sp., *Pristiograptus*? sp.
- PS-10 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monograptus flemingi* (Salter), *Monoclimacis* cf. *flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus ramosus* Bouček, *Cyrtograptus* sp. Sheinwoodiense, Biozona de *Cyrtograptus perneri*-*C. ramosus*.

## A.2. Sección del Puerto San Vicente (Fig. 4, loc. 2)

*Situación:* junto al cauce de un arroyo paralelo a la carretera EX-102 (= C-401) a la altura del km 146.6, en el término municipal de Alía (Cáceres). Flanco norte del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) para la base de la sección: x = 317.750; y = 4.373.530.

*Rango estratigráfico:* desde la Formación Gualija a la parte media-alta de la Formación Guadarranque

*Antecedentes:* la sección equivale al perfil PN de Rodríguez-Núñez (1989, fig. 10) y Rodríguez-Núñez *et al.* (1989).

*Fósiles identificados:* 3 horizontes paleontológicos del Telychiense-Sheinwoodiense, cuya localización se indica en la columna adjunta. Todo el material estudiado procede de la revisión de los originales de los trabajos precedentes. El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- PN-1 (a 1 m de la base de la Formación Guadarranquejo) (=NP-A-1a) (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus asejradi* Legrand, *Parapetalolithus hispanicus* (Haberfelner), *Pristiograptus bjerringus* (Bjerreskov), *Pristiograptus renaudi* (Philippot), *Streptograptus* cf. *plumosus* (Baily), *Stimulograptus becki* (Barrande), *Stimulograptus halli* (Barrande), *Monograptus marri* Perner, *Torquigraptus planus* (Barrande), *Torquigraptus proteus* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Rastrites spengillensis* Rickards, *Rastrites* cf. *schaueri* Štorch & Loydell, *Parapetalolithus*? sp., *Stimulograptus* sp. y microelementos de conodontos (Sarmiento y Rodríguez-Núñez, 1991). Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (parte alta de la subzona de *Parapetalolithus hispanicus*).
- PN-2A (a 9 m sobre la muestra anterior y a 10 m de la base de la Formación Guadarranquejo) (pizarra ampelítica): *Monograptus priodon* (Bronn), *Retiolites* sp. Sheinwoodiense (?).
- PN-2B (pizarra ampelítica): *Monograptus belophorus* (Meneghini), *Barrandeograptus pulchellus*? (Tullberg). Sheinwoodiense.

### A.3. Afloramiento puntual de la Apertura de la Muela (Fig. 4, loc. 3)

*Situación:* talud a la altura del km 91 aproximadamente de la continuación de la carretera CM-4157 en Extremadura; si venimos desde el oeste (N-502), unos 2.5 km antes de llegar al poblado del Pantano del Cíjara. Flanco norte del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) del punto: x = 326.080; y = 4.363.340.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Antecedentes:* el punto equivale al yacimiento CJN de Rodríguez-Núñez (1989, fig. 14) y Rodríguez-Núñez *et al.* (1989).

*Fósiles identificados:* nivel paleontológico del Telychiense. Todo el material estudiado procede de la revisión de los originales de los trabajos precedentes. El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- CJN-1 (a 1.5 m aproximadamente sobre la base de la Fm. Guadarranquejo) (pizarra ampelítica): *Stimulograptus becki* (Barrande), *Monograptus marri*? Perner, *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Metaclimacograptus* sp. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei*.

### A.4. Sección de Bohonal de los Montes (Fig. 4, loc. 4)

*Situación:* en la carretera BA-7001, a unos 4.5 km al sur de Bohonal de los Montes (Badajoz). Flanco norte del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) del punto: x = 346.280; y = 4.352.470.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Antecedentes:* la sección equivale al perfil BN de Rodríguez-Núñez (1989, fig. 16) y Rodríguez-Núñez *et al.* (1989).

*Fósiles identificados:* horizonte paleontológico del Sheinwoodiense. Todo el material estudiado procede de la revisión de los originales de los trabajos precedentes. El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- BN-2 (a casi 80 m sobre la base de la Fm. Guadarranquejo) (nódulos): bivalvos (*Butovicella* aff. *galemmu* Kříž), restos de nautiloideos ortocónicos y braquiópodos (Lissatrypidina). Sheinwoodiense.

### A.5. Localidad histórica Arroyo Molinillo (Sáenz García, 1947; Fig. 4, loc. 3)

*Situación:* a 1 km aproximadamente al sur del poblado del pantano de Cíjara, en el arroyo Molinillo, cerca de su desembocadura en el río Guadiana; actualmente el afloramiento está cubierto por las aguas del embalse de Cíjara. Flanco norte del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) del punto: x = 327.600; y = 4.361.000.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Antecedentes:* yacimiento del arroyo del Molinillo de Sáenz García (1947) y Ramírez y Ramírez (1955).

*Fósiles identificados:* horizonte paleontológico del Telychiense. Todo el material estudiado procede de la revisión de los originales. El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- *Monoclimacis* cf. *subgeinitzi* Fu, *Pristiograptus* sp. Telychiense.a.
- *Pristiograptus meneghini* ? (Gortani), *Torquigraptus tullbergi* (Bouček) [original *Monograptus convolutus* (Hisinger)] y braquiópodos rinconeliformes. Telychiense (?).

#### **A.6. Afloramientos temporales en el vaso del embalse del Cíjara (Fig. 4, loc. 3)**

Muestras 81-Ci-1, 81-Ci-2 y 81-Ci-3, recogidas en 1981 por el doctor M. Robardet (Rennes, Francia) y donadas para este trabajo.

*Situación:* poco antes del km 90 de la carretera CM-4157, a 1,5 km al noroeste del poblado del pantano del Cíjara. Flanco norte del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) del punto: x = 326.450; y = 4.363.080.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* 3 niveles paleontológicos del Telychiense. El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- 81-Ci-1 (a 1.2 m del techo de la Cuarcita del Criadero) (pizarra ampelítica):  
*Parapetalolithus* cf. *palmeus* (Barrande), *Stimulograptus becki* (Barrande),  
*Rastrites* sp. Telychiense.
- 81-Ci-2 (a 1.35 m del techo de la Cuarcita del Criadero) (pizarra ampelítica):  
*Parapetalolithus hispanicus* (Habermelner), *Pristiograptus* cf. *renaudi* (Philippot),  
*Stimulograptus becki* (Barrande), *Monograptus marri* Perner, *Torquigraptus planus* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin.  
Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei*.
- 81-Ci-3 (a 1.5 m del techo de la Cuarcita del Criadero) (pizarra ampelítica):  
*Stimulograptus becki* (Barrande), *Torquigraptus planus* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Rastrites linnaei* Barrande. Telychiense,  
Biozona de *Rastrites linnaei*.

Muestras 81-Ci-9 y 81-Ci-10, recogidas en 1981 por el doctor M. Robardet (Rennes, Francia) y donadas para este trabajo.

*Situación:* en la orilla izquierda del barranco de El Molinillo, unos 400 m al sureste del poblado del pantano del Cíjara. Flanco sur del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) del primer punto: x = 327.780; y = 4.361.550.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.



*Fósiles identificados*: 3 niveles paleontológicos del Sheinwoodiense (?). El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- 81-Ci-9 (pizarra ampelítica): *Cyrtograptus perneri* Bouček, *Cyrtograptus* sp. (cladias rectas), braquiópodos (órtidos). Sheinwoodiense (?).
- 81-Ci-10 (a 0.6 m de la muestra anterior) (pizarra ampelítica): *Monoclimacis* aff. *griestoniensis* (Nicol), *Monograptus* sp. Sheinwoodiense (?).

Muestras 81-Ci-12, 81-Ci-13, 81-Ci-14, 81-Ci-15, 81-Ci-16 y 81-Ci-17, recogidas en 1981 por el doctor M. Robardet (Rennes, Francia) y donadas para este trabajo.

*Situación*: en la orilla derecha del barranco de El Molinillo, unos 600 m al sureste del poblado del pantano del Cíjara. Flanco sur del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) del primer punto: x = 327.950; y = 4.361.480.

*Rango estratigráfico*: Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados*: Las muestras son fragmentos sueltos recogidos sobre los afloramientos de pizarras ampelíticas. El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- 81-Ci-12 (pizarra ampelítica): *Monoclimacis flumendosae* (Gortani). Telychiense (?).
- 81-Ci-13 (pizarra ampelítica): *Monograptus juancarlosi* Štorch, *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn), *Torquigraptus* cf. *tullbergi* (Bouček). Telychiense, biozonas de *Torquigraptus tullbergi* a *Oktavites spiralis*.
- 81-Ci-14 (pizarra ampelítica): *Monoclimacis* sp. Telychiense (?).
- 81-Ci-15 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* cf. *latus* (M'Coy), *Monograptus belophorus* (Meneghini). Sheinwoodiense.
- 81-Ci-16 (pizarra ampelítica): *Monograptus belophorus* (Meneghini). Sheinwoodiense.
- 81-Ci-17 (pizarra ampelítica): *Monograptus belophorus* (Meneghini), *Monograptus flemingii* (Salter). Sheinwoodiense, Biozona de *Monograptus belophorus*-*Cyrtograptus rigidus* (?).

## (B) - SINCLINAL DE HERRERA DEL DUQUE

### B.1. Sección del arroyo de la Colada (HD) (Fig. 4, loc. 5; Fig. I2)

*Situación:* en el camino del puerto de la Consolación al puerto de los Carneros (camino de Herrera del Duque a Siruela), a unos 3 km al sur de Herrera del Duque. Flanco norte del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) de la base de la sección: x = 321.880; y = 4.333.300.

*Rango estratigráfico:* Formación Gualija, Formación Guadarranquejo y “Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas”.

*Antecedentes:* la sección equivale al corte del Collado de la Colada de Pieren (1985) y Pieren & Gutiérrez-Marco (1990).

*Fósiles identificados:* 12 horizontes paleontológicos del Telychiense, Sheinwoodiense y Homeriense (?), cuya localización se indica en la columna adjunta (Fig. A2). Todo el material estudiado procede de la revisión de los originales de los trabajos precedentes. El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- HD-A (pizarra ampelítica): *Monograptus* cf. *marri* Perner, *Monograptus priodon* (Bronn), *Retiolites* sp. Telychiense.
- HD-B (pizarra ampelítica): *Pristiograptus meneghini* (Gortani), *Monograptus* sp. Sheinwoodiense.
- HD-C (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monoclimacis* sp. y braquiópodos rinconeliformes. Sheinwoodiense.
- HD-D (pizarra ampelítica): *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), braquiópodos rinconeliformes, cornulítidos, *Aptychopsis* sp. 1 y restos de nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense.
- HD-D/E (entre las muestras D y E) (pizarra ampelítica): *Cyrtograptus rigidus*? Tullberg.
- HD-E (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), “*Streptograptus*” *antennularis* (Meneghini), *Monograptus flemingii* (Salter), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus* sp. (*Barrandeograptus pulchellus*? [Tullberg]), cornulítidos y restos de nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense.
- HD-F (pizarra ampelítica): “*Streptograptus*” *antennularis* (Meneghini), *Monograptus belophorus* (Meneghini), *Monograptus flemingii* (Salter), *Cyrtograptus* cf. *perneri* Bouček. Sheinwoodiense, biozonas de *Monograptus belophorus*-*Cyrtograptus rigidus* a *C. perneri*-*C. ramosus*.
- HD-G (nódulos): *Monograptus flemingii* (Salter); (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* sp. y nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense.

- HD-H (pizarra ampelítica): *Cyrtograptus* cf. *hamatus* (Baily), *Cyrtograptus rigidus* Tullberg, bivalvos y nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense, biozonas de *Cyrtograptus perneri*-*C. ramosus* a *C. lundgreni* (?).
- Entre HD-D y HD-H (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* cf. *meneghini* (Gortani), *Monoclimacis hemipristis* (Meneghini). Sheinwoodiense.
- HD-I (pizarra ampelítica): *Monoclimacis flumendosae* (Gortani). Sheinwoodiense-Homeriense (?).
- HD-J (pizarra ampelítica): *Pristiograptus pseudodubius* (?) (Bouček). Sheinwoodiense-Homeriense (?).

## B.2. Afloramiento puntual Localidad Valdecaballeros (Fig. 4, loc. 7)

*Situación:* unos 600 m al oeste de Casa Ortiz, en el camino que se dirige a la sierra de Velasco. A Casa Ortiz se accede, a la altura del km 25.5, desde la carretera BA-7113 que une Puerto Peña con Valdecaballeros (Badajoz). Cierre noroccidental del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) del punto: x = 304.900; y = 4.339.400.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* nivel paleontológico del Telychiense. El contenido paleontológico, procedente tanto de pizarras ampelíticas como de nódulos, y la edad estimada son los siguientes:

- *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Stomatograptus* sp., *Metaclimacograptus* sp. (?), *Monograptus* sp., *Streptograptus* sp. Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi*.

## B.3. Afloramiento puntual de Casa Ortiz (Fig. 4, loc. 6)

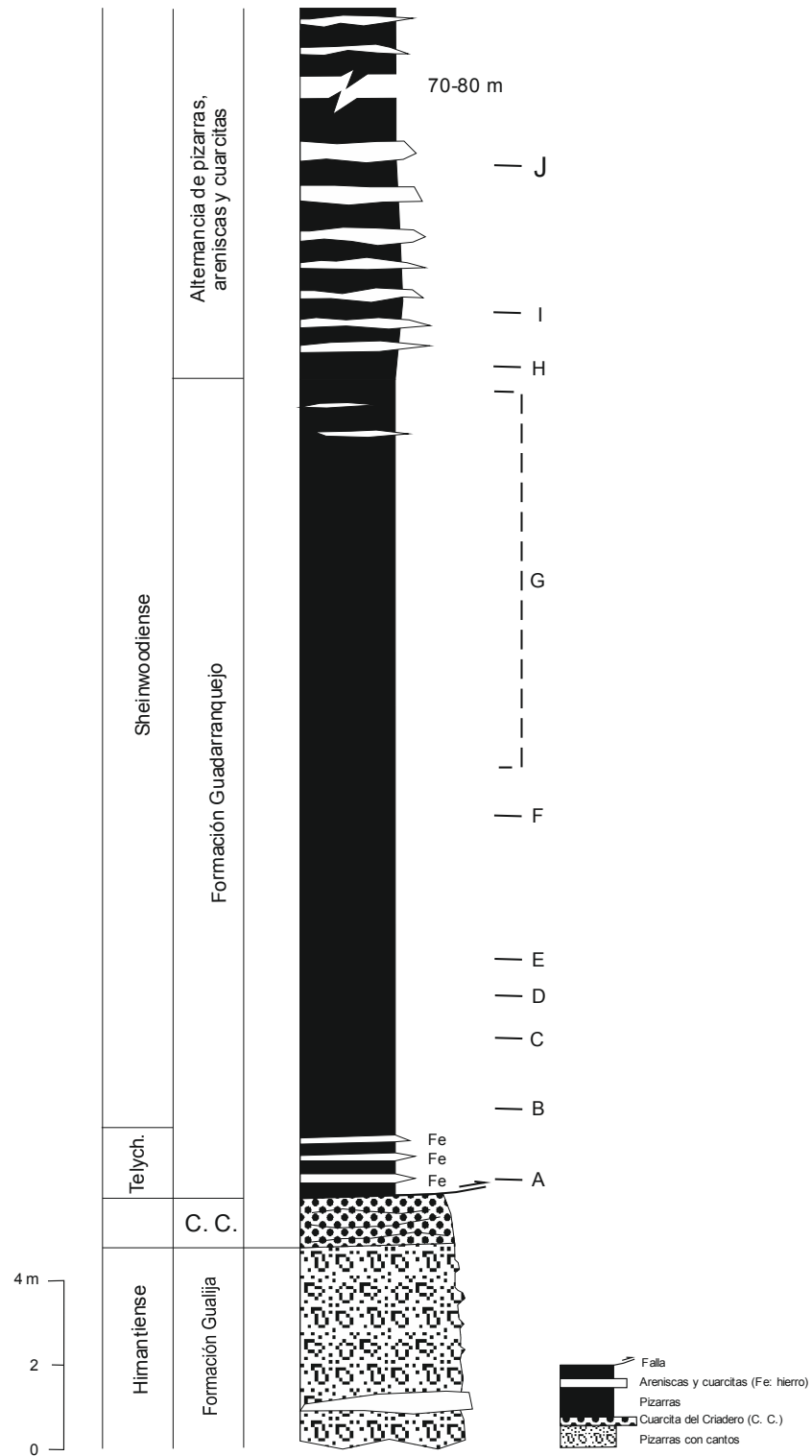
*Situación:* unos 600-700 m al este de la anterior, muy próxima a Casa Ortiz. A ésta se llega por la misma ruta que la localidad anterior. Cierre noroccidental del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) del punto: x = 305.550; y = 4.339.250.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* nivel paleontológico del Telychiense. El contenido paleontológico, procedente de pizarras ampelíticas, y la edad estimada son los siguientes:

- *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), *Torquigraptus* cf. *arcuatus* (Bouček), *Monograptus* sp. Telychiense, biozonas de *Streptograptus crispus* a *Monoclimacis griestoniensis*.



**Fig. I2.** Columna estratigráfica esquemática de la sección del arroyo de La Colada (sinclinal de Herrera del Duque), con la situación de las muestras (modificada de Pieren Pidal y Gutiérrez-Marco, 1990).



## (C) - SINCLINAL DE CORRAL DE CALATRAVA

### C.1. Sección del río Jabalón (CO) (Fig. 4, loc. 8; Fig. I3)

*Situación:* Afloramiento de pizarras negras graptolíticas situado a 100 metros del cauce del río Jabalón, en su margen izquierda, aguas arriba de su confluencia con el río Guadiana, aproximadamente 4 km al noreste de Corral de Calatrava (Ciudad Real). Flanco norte del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) para la base de la sección: x = 408.300; y = 4.305.160.

*Rango estratigráfico:* parte alta de la Cuarcita del Criadero, Formación Guadarranquejo y parte inferior de la “Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas”.

*Antecedentes:* la localidad fue estudiada por primera vez por Kappes (1991) y posteriormente por García Palacios *et al.* (1996b), García Palacios y Rábano (1996), Sarmiento y García Palacios (1996), Štorch *et al.* (1998), Štorch (1998b) y Loydell *et al.* (2009).

*Fósiles identificados:* 70 horizontes paleontológicos del Telychiense-Sheinwoodiense-Homeriense de los que se han situado en la columna adjunta 35 de ellos (Fig. A3). La posición de los restantes en relación con las muestras representadas se indica para cada caso en la descripción del contenido fosilífero. El material estudiado procede de la revisión de los originales de los trabajos precedentes. El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, es el siguiente:

- CO-1 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus variabilis* (Perner), *Streptograptus linearis* Chen, *Monograptus marri* Perner y microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios (1996). Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (Subzona de *Parapetalolithus hispanicus* ?).
- CO-2 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* Legrand, *Parapetalolithus hispanicus* (Haberfelner), *Pseudoplegmatograptus obesus* (Lapworth), *Pristiograptus bjerringus* (Bjerreskov), *Pristiograptus pristinus* (Příbyl), *Stimulograptus becki* (Barrande), *Stimulograptus halli* (Barrande), *Monograptus marri* Perner, *Torquigraptus planus* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Rastrites linnaei* Barrande y microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios (1996). Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (Subzona de *Parapetalolithus hispanicus*).
- CO-3 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* Legrand, *Parapetalolithus elongatus* (Bouček & Příbyl), *Parapetalolithus* cf. *hispanicus* (Haberfelner), *Pseudoplegmatograptus obesus* (Lapworth), *Pristiograptus bjerringus* (Bjerreskov), *Stimulograptus* cf. *utilis* Loydell, *Monograptus marri* Perner, *Torquigraptus planus* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios (1996), braquiópodos y bioturbación. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (Subzona de *Parapetalolithus hispanicus*).

- CO-4 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* Legrand, *Parapetalolithus* cf. *altissimus* (Elles & Wood), *Pseudoplegmatozograptus* cf. *obesus* (Lapworth), *Streptograptus plumosus* (Baily), *Stimulograptus becki* (Barrande), *Monograptus marri* Perner, *Torquigraptus planus* (Barrande), *Torquigraptus* cf. *proteus* (Barrande), *Spirograptus turriculatus* (Barrande), *Pristiograptus* sp., microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios (1996), braquiópodos, restos de nautiloideos ortocónicos (Orthocerida morfotipo 4) y bioturbación. Telychiense, Biozona de *Spirograptus turriculatus*.
- CO-4/4 A (a la mitad entre 4 y 4A) (pizarra ampelítica): *Parapetalolithus* cf. *altissimus* (Elles & Wood), *Streptograptus storchi* Loydell, *Monograptus marri* Perner, *Torquigraptus proteus* (Barrande), *Spirograptus turriculatus* (Barrande) y microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios (1996). Telychiense, Biozona de *Spirograptus turriculatus*.
- CO-4A (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* Legrand, *Parapetalolithus* cf. *altissimus* (Elles & Wood), *Pristiograptus* sp., aff. *variabilis* (Perner), *Streptograptus* cf. *plumosus* (Baily), *Stimulograptus becki* (Barrande), *Torquigraptus proteus* (Barrande), *Spirograptus turriculatus* (Barrande), *Trichichnus?* isp. y microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios (1996). Telychiense, Biozona de *Spirograptus turriculatus*.
- CO-5 (pizarra ampelítica): *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Pseudoplegmatozograptus* ex. gr. *obesus* (Lapworth), *Pristiograptus initialis* (Kirste), *Streptograptus crispus* (Lapworth), *Monograptus marri* Perner, *Torquigraptus* cf. *arcuatus* (Bouček), *Torquigraptus* cf. *proteus* (Barrande), *Cochlograptus veles* (Richter), *Lapworthograptus* aff. *singularis* (Törnquist) y microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios (1996). Telychiense, Biozona de *Streptograptus crispus*.
- CO-5/7 (a la mitad entre CO-5 y CO-7) (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Pristiograptus* cf. *pristinus* (Příbyl), *Streptograptus crispus* (Lapworth), *Streptograptus exiguus* (Nicholson), *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), *Torquigraptus australis* Štorch, *Torquigraptus* cf. *proteus* (Barrande), *Monoclimacis* ex gr. *griestoniensis* (Nicol). Telychiense, entre las biozonas de *Streptograptus crispus* y *Monoclimacis griestoniensis*.
- CO-6 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus* cf. *altissimus* (Elles & Wood), *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), *Torquigraptus australis* Štorch, *Cochlograptus veles* (Richter), *Monoclimacis* ex gr. *griestoniensis* (Nicol). Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- CO-7 b (0.2 m por debajo de CO-7) (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus* cf. *flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Pseudoplegmatozograptus* ex gr. *obesus* (Lapworth), *Torquigraptus* cf. *arcuatus* (Bouček), *Torquigraptus australis* Štorch, *Cochlograptus veles* (Richter). Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* (?).
- CO-7 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Pseudoplegmatozograptus* ex gr. *obesus* (Lapworth), *Pristiograptus nudus* (Lapworth), *Torquigraptus arcuatus* (Bouček),



*Torquigraptus australis* Štorch, *Euroclimacis* sp. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* (?).

- CO-8A (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Pseudoplegmatoraptus* ex gr. *obesus* (Lapworth), *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn), *Torquigraptus australis* Štorch, *Monoclimacis woodae* Zalasiewicz, Loydell & Štorch. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- CO-8 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Torquigraptus australis* Štorch, *Monoclimacis woodae* Zalasiewicz, Loydell & Štorch. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- CO-9 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Monograptus drepanoformis* Toghil & Strachan, *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn), *Torquigraptus australis* Štorch, *Cochlograptus veles* (Richter), *Monoclimacis woodae* Zalasiewicz, Loydell & Štorch, *Diversograptus* sp., braquiópodos, filocáridos (mandíbulas) y restos de euriptéridos y nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- CO-10 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Torquigraptus australis* Štorch, *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Pseudoplegmatoraptus* sp., braquiópodos, filocáridos (mandíbulas) y restos de euriptéridos y nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- CO-11 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monograptus juancarlosi* Štorch, *Monograptus priodon* (Bronn), *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Monoclimacis* cf. *crenulata* (Törnquist), braquiópodos y nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi*.
- CO-11+0.6m (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monograptus juancarlosi* Štorch, *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Torquigraptus* aff. *tullbergi* (Bouček). Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi*.
- CO-11+0,8m (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monograptus juancarlosi* Štorch, *Torquigraptus tullbergi* (Bouček). Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi*.
- CO-11+1m (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monograptus priodon* (Bronn), *Cochlograptus veles* (Richter), *Monoclimacis* cf. *griestoniensis* (Nicol). Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi*.
- CO-11+1,3 m (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monograptus priodon* (Bronn), *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Monoclimacis* cf. *griestoniensis* (Nicol). Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi*.
- CO-11+2,4 m (pizarra ampelítica): *Stimulograptus splendens* Štorch, *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Oktavites spiralis* (Geinitz). Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- CO-12 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Retiolites angustidens* Elles and Wood, *Stimulograptus splendens* Štorch, *Monograptus curvus* Manck, *Monograptus priodon* (Bronn), *Torquigraptus australis* Štorch, *Torquigraptus*

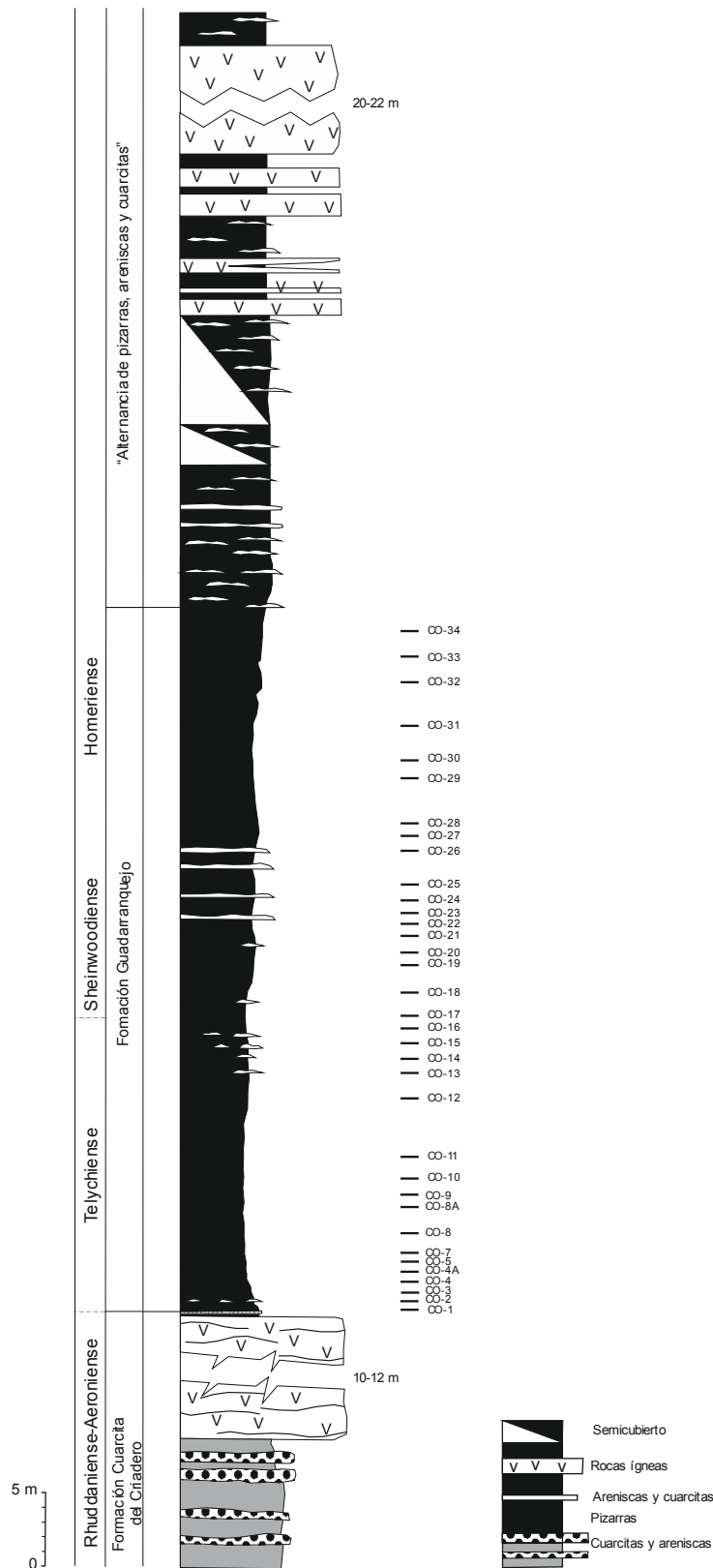
*flagellaris* (Törnquist), *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Oktavites spiralis* (Geinitz), *Diversograptus ramosus* Manck, bivalvos, braquiópodos (*Valdaria budili*? Havlíček y Štorch), trilobites (*Preodontochile batalleri* [Hernández Sampelayo]), *Plumulites* sp., Crinoidea indet., restos de euriptéridos (Pterogótidos) y nautiloideos ortocónicos, *Aptychopsis* sp., microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009), mandíbulas de filocáridos, cornulítidos, un gasterópodo (*Loxonematoides* indet.) y bioturbación (*Trichichnus appendicus* Uchman; *Trichichnus*? isp.). Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.

- CO-12 +0-20 (pizarra ampelítica): cornulítidos. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- CO-12 +40-60 (pizarra ampelítica): bivalvos (*Slava* aff. *norna* Kříž; *Slavinka* aff. *tanita* Kříž) y euriptéridos. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- CO-13 (pizarra ampelítica): *Stimulograptus splendens* Štorch, *Torquigraptus flagellaris* (Törnquist), restos de euriptéridos y nautiloideos ortocónicos (Orthocerida morfotipo 3), cornulítidos y bivalvos. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- CO-12 + 60-80 (± CO-13) (pizarra ampelítica): bivalvos (*slavidae* n. sp.) y euriptéridos. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- CO-12 +160-180 (pizarra ampelítica): cornulítidos (*Cornulites* sp. 2) y restos de euriptéridos. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- CO-14 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Stimulograptus splendens* Štorch, *Monograptus*? cf. *grobsdorfiensis* (Hemmann), *Monograptus praecedens* Bouček, *Monograptus priodon* (Bronn), *Torquigraptus flagellaris* (Törnquist), *Oktavites spiralis* (Geinitz), *Monoclimacis geinitzi* (Bouček), *Diversograptus* sp., braquiópodos, cornulítidos, filocáridos, euriptéridos y nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- CO-12 + 2,4-3,1 (pizarra ampelítica): cornulítidos (*Cornulites* sp. 2) y nautiloideos ortocónicos (Orthocerida morfotipo 3). Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis* (?).
- CO-15 - 80-100 (pizarra ampelítica): microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009). Telychiense.
- CO-15 - 60-80 (pizarra ampelítica): microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009). Telychiense.
- CO-15 - 40-60 (pizarra ampelítica): microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009). Telychiense.
- CO-15 - 20-40 (pizarra ampelítica): microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009). Telychiense.
- CO-15 0-20 (pizarra ampelítica): microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009). Telychiense.

- CO-15 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monograptus priodon* (Bronn), *Oktavites falx* (Suess), *Oktavites spiralis* (Geinitz), *Diversograptus ramosus* Manck, *Monograptus* sp., *Diversograptus* sp., bivalvos (Cardiolidae indet.), cornulítidos y restos de nautiloideos ortocónicos (entre éstos Orthocerida morfotipo 1). Telychiense, Biozonas de *Oktavites spiralis* a *Cyrtograptus lapworthi*.
- CO-15 +0-20 (pizarra ampelítica): restos de nautiloideos ortocónicos y euriptéridos y bivalvos (*Cheiopteria?* sp., Slavidae indet.). Telychiense.
- CO-15 +20-40 (pizarra ampelítica): bivalvos (Slavidae indeterminado, Pterineidae) y nautiloideos ortocónicos (Orthocerida morfotipo 2). Telychiense.
- CO-15 +60-80 (pizarra ampelítica): bivalvos (Slavidae) y euriptéridos. Telychiense.
- CO-16 (pizarra ampelítica): *Retiolites angustidens* Elles and Wood, *Pristiograptus* cf. *largus* (Perner), *Monograptus priodon* (Bronn), *Monograptus probosciformis?* Bouček, *Oktavites* cf. *spiralis* (Geinitz), *Euroclimacis ibérica* Štorch, *Monoclimacis geinitzi* (Bouček), *Diversograptus ramosus* Manck, *Cyrtograptus*? aff. *insectus* Bouček, euriptéridos y cornulítidos. Telychiense, parte más baja de la Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*.
- CO-16/17 – 60-80 ( $\pm$  CO-16) (pizarra ampelítica): bivalvos (Pterineidae) y euriptéridos. Telychiense.
- CO-15 +80-100 (pizarra ampelítica): bivalvos (Pterineidae (*Leptodesma?* sp.); Pterineidae; Slavidae; Cardiolidae (*Cardiobebeba?* sp.); *Dualina?* sp.), microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009) y restos de euriptéridos y nautiloideos ortocónicos (Orthocerida morfotipo 2, Orthocerida morfotipo 3). Telychiense.
- CO-16/17 – 40-60 ( $\pm$  CO-15 +80-100) (pizarra ampelítica): microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009) y restos de euriptéridos. Telychiense.
- CO-15 + 100-120 (pizarra ampelítica): cornulítidos (*Cornulites* sp. 2), bivalvos (*Dualina* sp., Pterineidae), microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009) y restos de nautiloideos ortocónicos (Orthocerida morfotipo 6). Telychiense.
- CO-15 + 120-140 (pizarra ampelítica): bivalvos (Slavidae [*Dualina* sp.]) y microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009). Telychiense.
- CO-16/17 +0-20 (pizarra ampelítica): bivalvos (Pterineidae), filocáridos, microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009), euriptéridos y crinoidea indet. Telychiense.
- CO-16/17 +20-40 (pizarra ampelítica): bivalvos (*Cheiopteria?* sp.). Telychiense.
- CO-16/17 +40-60 (pizarra ampelítica): cornulítidos y bivalvos (Pterineidae). Telychiense.

- CO-17 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus praedubius* (Bouček), *Monograptus priodon* (Bronn), *Monograptus* aff. *riccartonensis* Lapworth, *Monoclimacis* cf. *geinitzi* (Bouček), *Cyrtograptus lapworthi* Tullberg, *Mediograptus* sp., *Diversograptus* sp., bivalvos (Pterineidae?), nautiloideos ortocónicos, filocáridos, microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009), crinoidea indet. y bioturbación. Telychiense, Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*.
- CO-16/17 +60-80 (pizarra ampelítica): bivalvos (*Dualina?* sp.). Telychiense.
- CO-16 (+1.6m) (pizarra ampelítica): *Retiolites angustidens* Elles and Wood, *Pristiograptus* cf. *largus* (Perner), *Monograptus?* cf. *grobsdorfiensis* (Hemmann), *Oktavites* cf. *falx* (Suess), *Euroclimacis iberica* Štorch, *Monoclimacis geinitzi* (Bouček). Telychiense, Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*.
- CO-18 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *R. angustidens* Elles and Wood, *Pristiograptus praedubius* (Bouček), *Monograptus priodon* (Bronn), *Euroclimacis adunca* (Bouček), *Euroclimacis* cf. *hamata* Loydell, Štorch & Melchin, *Barrandeograptus pulchellus* (Tullberg), *Cyrtograptus* sp., bivalvos (Dualinidae indet.), braquiópodos, microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009), restos de euriptéridos, nautiloideos ortocónicos y filocáridos, cornulítidos (*Cornulites?* spp. [*Annuliconchus?* sp.]) y crinoidea indet. Sheinwoodiense, Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* (?).
- CO-16/17 +100-120 ( $\pm$  CO-18) (pizarra ampelítica): bivalvos (*Cheiopteria?* sp.) y restos de euriptéridos. Sheinwoodiense.
- CO-19 (pizarra ampelítica): *Monograptus* cf. *firmus* (?) (Bouček), *Retiolites* sp., bivalvos, braquiópodos y restos de euriptéridos, nautiloideos ortocónicos y filocáridos. Sheinwoodiense. Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* (?).
- CO-16/17 +160-180 (pizarra ampelítica): bivalvos (*Dualina* sp.) y cornulítidos (*Cornulites* sp. 2). Sheinwoodiense.
- CO-20 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Pristiograptus latus* (M'Coy), *Monograptus priodon* (Bronn), *Euroclimacis adunca* (Bouček), bivalvos, braquiópodos, microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009) y restos de nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense, parte superior de la Biozona de *Cyrtograptus murchisoni*.
- CO-16/17 +220-240 (pizarra ampelítica): cornulítidos (*Cornulites* sp. 1). Sheinwoodiense.
- CO-16/17 +240-260 (pizarra ampelítica): bivalvo y cornulítidos (*Cornulites* sp. 1). Sheinwoodiense.
- CO-21 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), braquiópodos (Rhynchonellida indet.), cornulítidos, anelida (*Turrilepas?* sp.), gasterópodos (*Pterotheca* sp.) y bioturbación. Sheinwoodiense, Biozona de *Monograptus riccartonensis* (*Pristiograptus dubius*).

- CO-22 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Pristiograptus latus* (M'Coy), bioturbación. Sheinwoodiense, Biozona de *Monograptus riccartonensis* (*Pristiograptus dubius*).
- CO-23 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), “*Streptograptus*” *antennularis* (Meneghini), *Monograptus belophorus* (Meneghini) y cornulítidos. Sheinwoodiense, Biozona de *Monograptus belophorus-Cyrtograptus rigidus*.
- CO-24 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monograptus belophorus* (Meneghini), *Monoclimacis* cf. *hemipristis* (Meneghini), braquiópodos, peltocáridos y bioturbación. Sheinwoodiense, Biozona de *Monograptus belophorus-Cyrtograptus rigidus*.
- CO-25 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), “*Streptograptus*” *antennularis* (Meneghini), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Monoclimacis* cf. *hemipristis* (Meneghini), braquiópodos, peltocáridos, restos de nautiloideos ortocónicos, microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009), crinoidea indet. y bioturbación. Sheinwoodiense, Biozona de *Monograptus belophorus-Cyrtograptus rigidus* (?).
- CO-26 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), “*Streptograptus*” *antennularis* (Meneghini), *Monograptus flemingii* (Salter), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Monoclimacis* cf. *hemipristis* (Meneghini), bivalvos, braquiópodos, filocáridos, peltocáridos, restos de nautiloideos ortocónicos, microelementos de conodontos (Sarmiento y García Palacios, 1996; Sarmiento in Loydell *et al.*, 2009) y crinoidea indet. Sheinwoodiense, biozonas de la de *Monograptus belophorus-Cyrtograptus rigidus* a la de *C. perneri*- *C. ramosus*.
- CO-27 (pizarra ampelítica): *Monograptus flemingii* (Salter), *Monograptus* cf. *flemingii* (Salter), *Monograptus* cf. *riccartonensis* Lapworth, *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus perneri* Bouček, *Cyrtograptus ramosus* Bouček, *Cyrtograptus* cf. *ramosus* Bouček, peltocáridos, restos de nautiloideos ortocónicos y crinoidea indet. Sheinwoodiense, Biozona de *Cyrtograptus perneri* – *C. ramosus*.
- CO-27 plus (entre CO-27 y CO-28) (pizarra ampelítica): *Cyrtograptus perneri* Bouček, *Cyrtograptus ramosus* Bouček. Sheinwoodiense, Biozona de *Cyrtograptus perneri* – *C. ramosus*.
- CO-28 (pizarra ampelítica): *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus hamatus* (Baily), bivalvos, braquiópodos, nautiloideos ortocónicos, crinoidea indet. y bioturbación. Homerense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*.
- CO-29 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček), *Monograptus flemingii* (Salter), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus hamatus* (Baily), *Cyrtograptus perneri* Bouček, bivalvos, braquiópodos, nautiloideos ortocónicos y filocáridos. Homerense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*.
- CO-30 (pizarra ampelítica): *Monograptus flemingii* (Salter), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Pristiograptus* sp., bivalvos. Homerense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*.



**Fig. I3.** Columna estratigráfica esquemática de la sección del río Jabalón (sinclinal de Corral de Calatrava), con la posición de las muestras paleontológicas (modificada de García Palacios *et al.*, 1996b y Štorch *et al.*, 1998).

- CO-31 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monograptus flemingii* (Salter), bivalvos, braquiópodos y nautiloideos ortocónicos. Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (?).
- CO-32/34 (muestra conjunta CO-32 a CO-34) (pizarra ampelítica): *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček), *Pristiograptus* sp., bivalvos, nautiloideos ortocónicos y filocáridos. Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (?).

## C.2. Sección de la confluencia de los ríos Guadiana y Jabalón (CC GU JA) (Fig. 4, loc. 9; Fig. I4)

*Situación:* unos 1.000 m al este-noreste de la confluencia de los ríos Guadiana y Jabalón, en la margen derecha de éste último (término municipal de Corral de Calatrava, Ciudad Real). Flanco norte del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) de la base de la sección: x = 406.280; y = 4.305.550

*Rango estratigráfico:* desde el techo de la Cuarcita del Criadero a la parte inferior de la Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* 9 horizontes paleontológicos del Aeroniense-Telychiense, cuya localización se indica en la columna adjunta (Fig. A4). El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- CC GU JA-7 (limolita y/o arenisca de grano fino): *Normalograptus* cf. *rectangularis* (McCoy), *Normalograptus*? cf., *Rhaphidograptus toernquisti* (Elles & Wood). Aeroniense
- CC GU JA-8 (limolita y/o arenisca de grano fino): *Normalograptus* cf. *rectangularis* (McCoy), *Normalograptus*? cf., *Rhaphidograptus toernquisti* (Elles & Wood). Aeroniense
- CC GU JA-9 (pizarra ampelítica): *Rhaphidograptus toernquisti* (?) (Elles & Wood). Aeroniense.
- CC GU JA-10 (pizarra ampelítica): *Rhaphidograptus toernquisti* (Elles & Wood), *Campograptus lobiferus* (M'Coy). Aeroniense.
- CC GU JA-11 (pizarra ampelítica): *Campograptus lobiferus* (M'Coy) y restos de euriptéridos y nautiloideos ortocónicos (Orthocerida morfotipo 1). Aeroniense.
- CC GU JA-12 (pizarra ampelítica): *Parapetalolithus* cf. *elongatus* (Bouček & Přibyl), *Parapetalolithus linearis* (Bouček & Přibyl), *Pristiograptus pristinus* (Přibyl), *Pristiograptus variabilis* (Perner), *Stimulograptus becki* (Barrande), *Stimulograptus* cf. *becki* (Barrande), *Monograptus gemmatus* (Barrande), *Torquigraptus obtusus* (Schauer), *Torquigraptus planus* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Rastrites* cf. *fugax* Barrande, *Metaclimacograptus* sp., *Glyptograptus* sp., *Diversograptus* sp. y braquiópodos inarticulados. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (subzona de *Paradiversograptus runcinatus* - *Monograptus gemmatus*).



- CC GJ-13 (pizarra ampelítica): *Pseudoretiolites dentatus* Bouček & Münch, *Pristiograptus variabilis* (Perner), *Stimulograptus becki* (Barrande), *Torquigraptus obtusus* (Schauer), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (subzona de *Paradiversograptus runcinatus* - *Monograptus gemmatus*).
- CC GJ-14 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* Legrand, *Pseudoplegmatograptus* sp. *Pristiograptus renaudi* (Philippot), *Pristiograptus variabilis* (Perner), *Stimulograptus halli* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Paradiversograptus runcinatus* (Lapworth), *Glyptograptus* sp., *Parapetalolithus* sp., *Torquigraptus* sp. y filocáridos. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (subzona de *Paradiversograptus runcinatus* - *Monograptus gemmatus*).
- CC GJ-15 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* Legrand, *Parapetalolithus elongatus* (Bouček & Přibyl), *Pristiograptus renaudi* (Philippot), *Pristiograptus variabilis* (Perner), *Streptograptus* cf. *filiformis* Chen, *Stimulograptus halli* (Barrande), *Torquigraptus planus* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Rastrites schaueri* Štorch & Loydell, *Torquigraptus* sp., filocáridos y bioturbación subhorizontal. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (subzonas de *Paradiversograptus runcinatus* - *Monograptus gemmatus* a *Parapetalolithus palmeus*).

### C.3. Sección de Puente Morena (CC JA) (Fig. 4, loc. 10; Fig. I5)

*Situación:* en la cantera de una antigua fábrica de ladrillos, en el km 186,6 de la carretera N-420, entre Ciudad Real y Puertollano (Ciudad Real); 500 m al oeste-suroeste de dicho puente sobre el río Jabalón. Flanco sur del sinclinal.

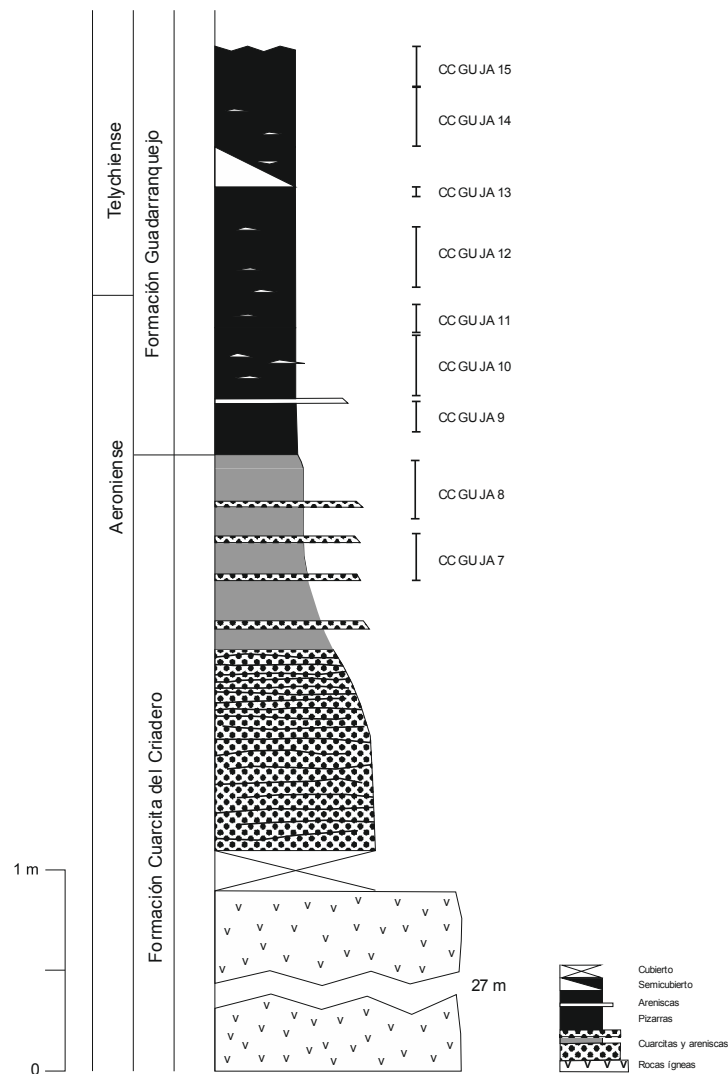
*Coordenadas UTM* (datum WGS84) de la base de la sección: x = 411.110; y = 4.304.610.

*Rango estratigráfico:* Cuarcita del Criadero, Formación Guadarranquejo y parte inferior de la “Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas”.

*Antecedentes:* los horizontes fosilíferos con graptolitos de esta localidad se conocen desde finales del siglo XIX (Verneuil y Barrande, 1855; Cortázar, 1880; Machens, 1954). En 1988 en tres niveles de esta localidad, Portero García *et al.* identificaron varias biozonas del Telychiense.

*Fósiles identificados:* 9 horizontes paleontológicos del Telychiense al Homerense, cuya localización se indica en la columna adjunta (Fig. A5). El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- CC JA-0 (pizarra ampelítica): *Stimulograptus becki* (Barrande), *Monograptus marri* Perner, *Parapetalolithus* sp., *Pristiograptus* sp., *Torquigraptus* sp. Telychiense.
- CC JA-1 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus asejradi* Legrand, *Stimulograptus becki* (Barrande), *Monograptus marri* Perner, *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Parapetalolithus* sp., *Torquigraptus* sp., retiolítidos, una

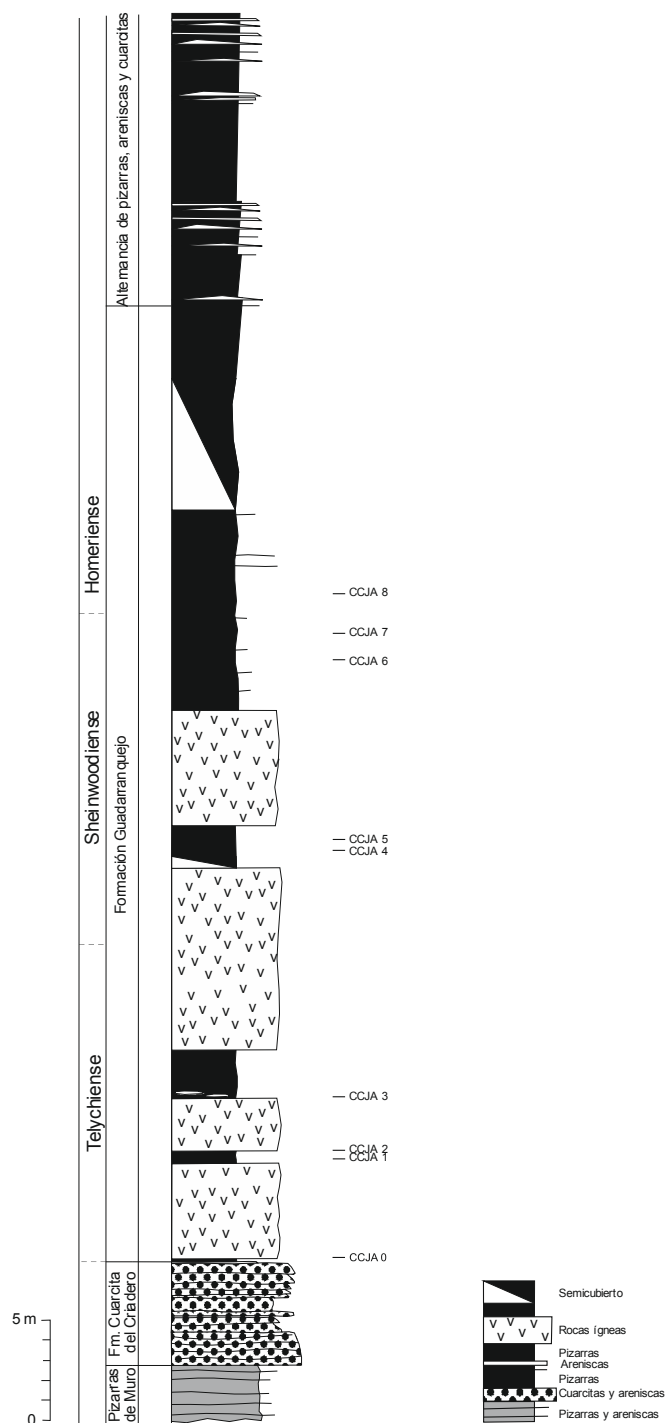


**Fig. 14.** Columna estratigráfica esquemática de la sección de la confluencia de los ríos Guadiana y Jabalón (sinclinal de Corral de Calatrava), con la situación de las muestras.

mandíbula de filocárido y bioturbación. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei*.

- CC JA-2 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), Monograptidos (anchos, tecas ganchudas). Telychiense.
- CC JA-3 (pizarra ampelítica): *Parapetalolithus*? sp., retiolítidos y restos de nautiloideos ortocónicos. Telychiense.
- CC JA-4 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* sp., *Monoclimacis* sp., *Monograptus* sp., bivalvos, braquiópodos (braquiópodos rinconeliformes y órtidos), filocáridos y cornulítidos. Telychiense.
- CC JA-5 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus praedubius* (Bouček), *Monoclimacis* sp., *Monograptus*? sp., *Cyrtograptus*? sp., bivalvos, braquiópodos rinconeliformes y cornulítidos. Sheinwoodiense (?).
- CC JA-6 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus*? sp., monograptidos, bivalvos, braquiópodos y nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense (?).

- CC JA-7 (pizarra ampelítica): *Monoclimacis* sp., *Pristiograptus* sp., *Monograptus*? sp., *Cyrtograptus* sp. (cladias), bivalvos/braquiópodos? y nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense (?).
- CC JA-8 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Cyrtograptus hamatus* (Baily), *Monograptus flemingii*? (Salter), *Pristiograptus* sp., *Monoclimacis* sp., bivalvos (*Butovicella* sp.), braquiópodos y restos de filocáridos, euriptéridos y nautiloideos ortocónicos (Orthocerida morfotipo 7?). Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*.



**Fig. 15.** Columna estratigráfica esquemática de la sección de Puente Morena (sinclinal de Corral de Calatrava), con la posición de las muestras paleontológicas.

## (D) - SINCLINAL DE ALMADÉN

### D.1. Afloramiento puntual de la Loc. AL-VI (Fig. 4, loc. 22)

*Situación:* en el cauce del arroyo de la Villa, a algo más de 1 km al sur de Chillón (Ciudad Real) siguiendo la carretera que va a la estación de Chillón.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 337.645; y = 4.294.515.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Antecedentes:* el punto es el de la localidad C4-147 de Saupé (1971b) aunque hoy día ha desaparecido.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad son los siguientes:

- *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), *Cyrtograptus* sp., nautiloideos ortocónicos y cornulítidos.

### D.2. Afloramiento puntual de la Loc. AL-193 (Fig. 4, loc. 24)

*Situación:* a unos 100 m siguiendo el camino de Huerta Cañas hacia el norte desde el cruce con el camino que va a La Venta, y a 150 m del extremo noroeste de la escombrera de la mina de Almadén (Ciudad Real).

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 339.020; y = 4.293.875.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Antecedentes:* el punto es el de la localidad AL-193 de Saupé (1971a) aunque hoy día no se puede apenas reconocer.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad son los siguientes:

- *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Retiolites angustidens* Elles and Wood, *Torquigraptus* cf. *tullbergi* (Bouček). Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi*.

### D.3. Afloramientos puntuales de Almadenejos (AL AM) (Fig. 4, loc. 11)

*Situación:* en el talud de la vía del tren, a la altura del km 270, de la línea Madrid-Badajoz, y unos 500 m al este-sureste del pueblo de Almadenejos (Ciudad Real). Flanco sur del sinclinal de Almadén.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) centradas de los afloramientos: x = 352.030; y = 4.288.930.

*Rango estratigráfico:* parte alta de la Cuarcita del Criadero y Formación Guadarranquejo.

*Antecedentes:* corresponde a la localidad “km 270,1 del ferrocarril Madrid-Badajoz” de Saupé (1971a), reconocida posteriormente por Lauret (1974).

*Fósiles identificados:* 6 puntos de muestreo, de edades comprendidas entre el Aeroniense y el Sheinwoodiense. El contenido paleontológico y la edad estimada para cada muestra son los siguientes:

- AL AM-1 (arenisca): *Normalograptus scalaris* (Hisinger). Aeroniense.
- AL AM-W (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Retiolites angustidens* Elles and Wood, *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), *Cyrtograptus* sp., bivalvos (Cardiolidae indet., Antipleuridae n. gen.), euriptéridos y diversos morfotipos de nautiloideos ortocónicos (al menos Orthocerida morfotipo 1 y Orthocerida morfotipo 2). Telychiense
- AL AM-3 (pizarra ampelítica): *Monograptus flemingii* (Salter), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Barrandeograptus* cf. *pulchellus* (Tullberg), *Cyrtograptus* cf. *murchisoni* Carruthers, *Streptograptus* sp. (?) y nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense, Biozona de *Cyrtograptus murchisoni*.
- AL AM (pizarra ampelítica): *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), *Cyrtograptus* cf. *murchisoni* Carruthers, *Streptograptus* sp. (?) y diversos morfotipos de nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense, Biozona de *Cyrtograptus murchisoni* (?).
- AL AM-2 (pizarra ampelítica): *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), *Monoclimacis* sp. (*Mcl. flumendosae* ? [Gortani]), monograptidos finos indeterminados (o cladias de *Cyrtograptus* sp.) y nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense (?).
- AL AM- spy (pizarra ampelítica): *Euroclimacis* cf. *hamatus* Loydell, Štorch & Melchin, *Cyrtograptus* sp. *Monoclimacis* sp. Homeriense (?).

#### **D.4. Sección del arroyo Avilero (AL AV) (Fig. 4, loc. 12)**

*Situación:* en el camino paralelo al arroyo Avilero, a 4 km al este de Almadén (Ciudad Real). Se llega desde el km 4.7 de la carretera C-424, siguiendo un camino hacia el sur unos 400 m. Flanco sur del sinclinal de Almadén.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) de la base de la sección: x = 345.765; y = 4.292.595.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo

*Fósiles identificados:* 6 horizontes fosilíferos del Sheinwoodiense (?)-Homeriense, cuya posición relativa se refiere al espesor en metros con relación a la muestra más baja, que se sitúa muy cerca de la base de la sucesión. El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- Al AV-1 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* sp., braquiópodos rinconeliformes, cornulítico y restos de nautiloideos ortocónicos de diferentes morfotipos.

- Loc. 7 (a 1.5 m sobre la anterior) (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), monograptido fino de tecas ganchudas, bivalvos, crinoidea indet. y nautiloideos ortocónicos.
- AL AV-2 (a 3 m sobre AL AV-1) (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), bivalvos (*Butovicella* sp., *Dualina* sp.), braquiópodos rinconeliformes y crinoideos (placas columnares).
- AL AV-3 (a 4 m sobre AL AV-1) (pizarra ampelítica): *Monograptus* cf. *flemingii* (Salter) y nautiloideos ortocónicos. Wenlock.
- AL AV-4 (a 4.7 m sobre AL AV-1) (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *pseudodubius* (Bouček), *Monograptus flemingii* (Salter), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus* cf. *hamatus* (Baily), bivalvos, crinoideos (artejos) y nautiloideos ortocónicos. Homerense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*.

## D.5. Sección del arroyo del Lápiz (AL LP) (Fig. 4, loc. 13; Fig. I6)

*Situación:* en el talud del km 33.5 de la carretera CM-415 (Almadén-Saceruela), 2 km al este de la mina de Las Cuevas. Flanco norte del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) de la base de la sección: x = 349.290; y = 4.298.770.

*Rango estratigráfico:* Pizarras de Muro, Cuarcita del Criadero, Formación Guadarranquejo y base de la “Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas”.

*Fósiles identificados:* 7 horizontes paleontológicos del Aeroniense y Telychiense, cuya localización se indica en la columna adjunta (Fig. A6). El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- AL LP (arenisca): *Normalograptus* cf. *rectangularis* (McCoy), *Normalograptus?* cf., *Rhaphidograptus toernquisti* (Elles & Wood). Aeroniense.
- AL LPbis (Muestra de pizarra ampelítica, justo por debajo de un nivel de areniscas ferruginosas de 1-2 cm de espesor, en la parte más alta de la Cuarcita del Criadero): *Parapetalolithus palmeus* (Barrande), *Torquigraptus* cf. *planus* (Barrande), *Parapetalolithus* sp., *Pristiograptus* sp., *Rastrites* sp. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei*.
- AL LP-A (pizarra ampelítica): *Parapetalolithus palmeus* (Barrande), *Streptograptus plumosus* (Baily), *Stimulograptus becki* (Barrande), *Monograptus marri* Perner, *Torquigraptus planus* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Metaclimacograptus* sp. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (subzona de *Parapetalolithus palmeus*).
- AL LP-B (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Glyptograptus tamariscus* (Nicholson), *Pseudoplegmatozograptus* cf. *obesus* (Lapworth), *Streptograptus exiguus* (Nicholson), *Torquigraptus arcuatus* (Bouček). Telychiense, Biozona de *Streptograptus crispus*.

- AL LP-C (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), bivalvos y restos de euriptéridos. Telychiense.
- AL LP-D (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Torquigraptus australis* Štorch. Telychiense.
- AL LP-E (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Streptograptus* sp. Telychiense, biozonas de *Monoclimacis griestoniensis* a *Torquigraptus tullbergi*.

#### **D.6. Afloramientos puntuales del arroyo del Lápiz sur (Locs. 19 y 19bis; Fig. 4, loc. 14; Fig. I6)**

*Situación:* a unos 400 m al sur de la carretera CM-415 (Almadén-Saceruela), a la altura del km 34 y a 600 m al suroeste de la base sección del arroyo del Lápiz. Flanco norte del sinclinal.

*Rango estratigráfico:* “Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas”.

En la columna estratigráfica de la figura A6 se sitúan ambas muestras con relación a la sección del arroyo del Lápiz.

- Loc. 19 (nódulos). *Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 348.780; y = 4.298.460. *Fósiles identificados:* monograptidos de rabdosoma recto, nautiloideos ortocónicos y euriptéridos.
- Loc. 19bis (arenisca). *Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 348.800; y = 4.298.470. *Fósiles identificados:* *Retiolites* sp. (?).

#### **D.7. Afloramiento puntual de Los Toriles (Loc. 49; Fig. 4, loc. 15)**

*Situación:* junto al arroyo de los Bonales, en el paraje de las Plazuelas y a 600 m al este-sureste de las casas de Ventura (término municipal de Almadén). Flanco norte del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 349.540; y = 4.300.130.

*Rango estratigráfico:* Cuarcita del Criadero.

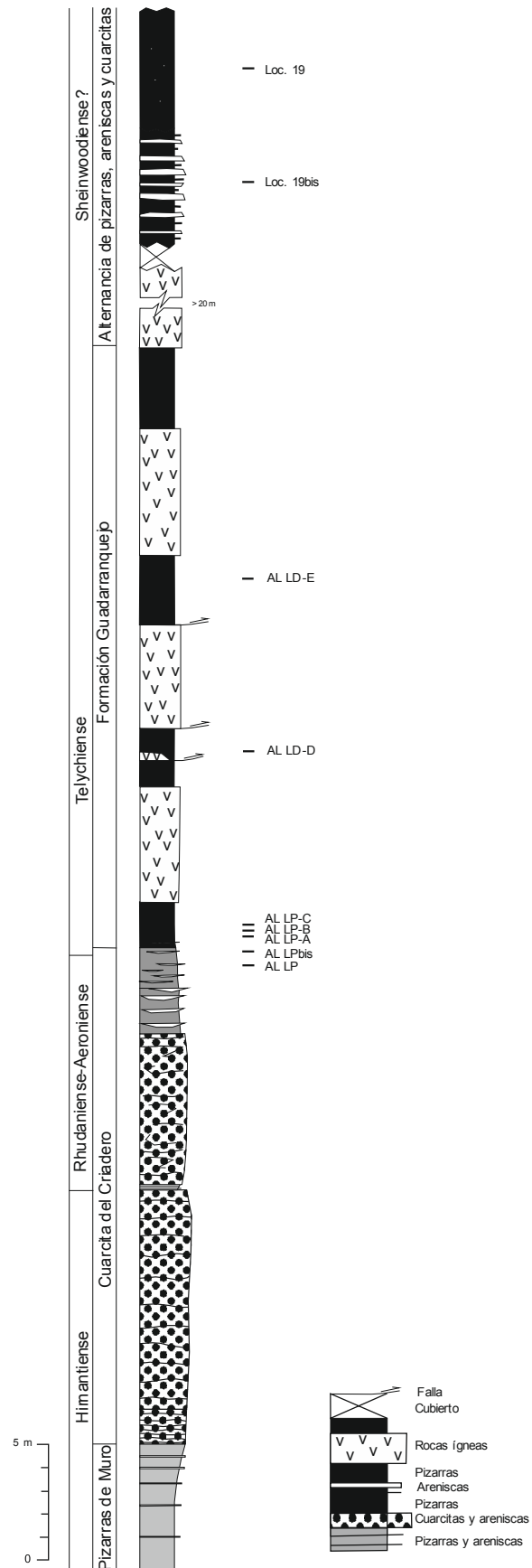
*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad son los siguientes:

- *Normalograptus scalaris* (Hisinger). Aeroniense?

#### **D.8. Afloramiento puntual de la Casa del Pielero (Loc. 1; Fig. 4, loc.16)**

*Situación:* en el camino de Las Plazuelas a 2 km de la mina de Las Cuevas y a unos 300 m al sur de las casas de Ventura (término municipal de Almadén). Flanco norte del sinclinal.





**Fig. I6.** Columna estratigráfica esquemática de la sección del arroyo del Lápiz (sinclinal de Almadén), con la situación de las muestras fosilíferas.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 348.950; y = 4.300.040.

*Rango estratigráfico*: techo de la Formación Guadarranquejo o base de la “Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas”.

*Fósiles identificados*: El contenido paleontológico y la edad son los siguientes:

- *Pristiograptus meneghini* (Gortani), *Monograptus flemingii* (Salter), *Monoclimacis* cf. *flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus* cf. *perneri* Bouček. Sheinwoodiense, Biozona de *Cyrtograptus perneri* - *C. ramosus*.

## **D.9. Afloramiento puntual de El Peñoncillo (Loc. 2; Fig. 4, loc. 17)**

*Situación*: a unos 200 m al norte de la confluencia del arroyo de la Rivera de Gargantiel con el arroyo del Peñoncillo y a 300 m al este de la carretera CR-P-4192 entre Gargantiel y Almadenejos (Ciudad Real), a la altura del km. 4.4. Cierre oriental del sinclinal de Almadén.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 352.960; y = 4.292.870.

*Rango estratigráfico*: Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados*: El contenido paleontológico y la edad son los siguientes:

- *Stimulograptus splendens*? Štorch, *Retiolites* sp., *Monoclimacis* sp., mandíbulas de filocárido y restos de nautiloideos ortocónicos. Telychiense.

## **D.10. Sección del arroyo de la Ribera de Gargantiel (Locs. 3 a 5; Fig. 4, loc. 18)**

*Situación*: en el cauce del arroyo de la Rivera de Gargantiel, a unos 350 m al norte de Gargantiel (Ciudad Real) y a unos 100 m al oeste de la carretera CR-P-4192 a la altura del km 9.1. Cierre oriental del sinclinal de Almadén.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) de la base de la sección: x = 351.590; y = 4.297.390.

*Rango estratigráfico*: Formación Guadarranquejo y/o “Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas”.

*Fósiles identificados*: 3 horizontes paleontológicos del Sheinwoodiense cuya posición estratigráfica toma como referencia la muestra anterior. El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- Loc. 3 (pizarra ampelítica): *Monograptus belophorus* (Meneghini), *Monoclimacis* cf. *flumendosae* (Gortani) y braquiópodos. Sheinwoodiense.
- Loc. 4 (a 3.7 m sobre la anterior) (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), “*Streptograptus*” *antennularis* (Meneghini) y braquiópodos rinconélidos. Sheinwoodiense, Biozona de *Monograptus belophorus*-*Cyrtograptus rigidus*.
- Loc. 5 (a 1.2 m sobre Loc. 4) (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Monograptus* sp., bivalvos y restos de filocáridos, euriptéridos y nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense.

- Nódulos (a 1 m sobre Loc. 5): *Monoclimacis* sp., *Pristiograptus* sp., monograptidos, restos de nautiloideos ortocónicos y crinoideos (?). Wenlock.

### **D.11. Afloramiento puntual de la Loc. 6 (Fig. 4, loc. 19)**

*Situación:* a 550 m al este de Almadenejos (Ciudad Real), entre la carretera C-424 por el norte y la vía del tren por el oeste. Cierre oriental del sinclinal de Almadén.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 352.140; y = 4. 288.980.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad son los siguientes:

- Loc. 6 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Stimulograptus splendens*? Štorch, *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), bivalvos y nautiloideos ortocónicos. Telychiense, biozonas de *Torquigraptus a tullbergi* a *Oktavites spiralis* (?).

### **D.12. Afloramiento puntual de la Loc. 9 (Fig. 4, loc. 19)**

*Situación:* a 50 m al norte del vértice Peñarroya que, a su vez, se sitúa a 1 km al este-sureste de Almadenejos (Ciudad Real). Cierre oriental del sinclinal de Almadén.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 352.570; y = 4.288.630.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad son los siguientes:

- Loc. 9 (pizarra ampelítica): *Monograptus priodon* (Bronn), *Torquigraptus* sp. y nautiloideos ortocónicos. Telychiense.

### **D.13. Afloramiento puntual de la Loc. 8 (Fig. 4, loc. 20)**

*Situación:* a 150 m al norte del pozo principal de la mina de la Nueva Concepción, situada a unos 500 m al oeste-suroeste de Almadenejos (Ciudad Real). Flanco sur del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 350.220; y = 4.289.180.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad son los siguientes:

- Loc. 8 (pizarra ampelítica): *Monoclimacis* cf. *flumendosae* (Gortani) y braquiópodos. Telychiense (?).

### **D.14. Afloramiento puntual de la Loc. 10 (Fig. 4, loc. 21)**

*Situación:* a 200 m al sur del km 2.2 de la carretera C-424, entre Almadén y Almadenejos (Ciudad Real). Flanco sur del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 343.200; y = 4.293.120.

*Rango estratigráfico*: “Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas” (?).

*Fósiles identificados*: El contenido paleontológico y la edad son los siguientes:

- Loc. 10 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monoclimacis* sp. Sheinwoodiense (?).

#### **D.15. Afloramiento puntual de la Loc. 11 (Fig. 4, loc. 22)**

*Situación*: a 1 km al sur de Chillón (Ciudad Real) en la escombrera de un pocillo cerca del cauce del arroyo de las Damas. Flanco sur del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 338.105; y = 4.294.485

*Rango estratigráfico*: Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados*: El contenido paleontológico y la edad son los siguientes:

- Loc. 11 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* sp., *Monoclimacis* sp. (?), monograptido de tecas ganchudas, braquiópodos rinconeliformes y nautiloideos ortocónicos. Telychiense (?).

#### **D.16. Afloramientos puntuales de la mina de El Entredicho (Fig. 4, loc. 23)**

*Situación*: dos muestras en el talud norte de la corta de la mina a cielo abierto El Entredicho (Almadenejos, Ciudad Real), situada a 14 km al este-sureste de Almadén. Cierre oriental del sinclinal de Almadén.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 354.430; y = 4.288.140.

*Rango estratigráfico*: Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados*: El contenido paleontológico y la edad son los siguientes:

- Loc. 17 (pizarra ampelítica): *Spirograptus* cf. *turriculatus* (Barrande), *Cochlograptus veles* (Richter), *Metaclimacograptus* sp., *Pristiograptus* sp. (tipo *variabilis* [Perner]), monograptido de tecas ganchudas. Telychiense, biozonas entre la de *Spirograptus turriculatus* (?) y la de *Streptograptus crispus*.
- Loc. 18 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus asejradi* Legrand, *Parapetalolithus hispanicus* (Haberfelner), *Monograptus gemmatus* (Barrande), *Torquigraptus arcuatus* (Bouček). Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (?).

#### **D.17. Muestras puntuales del interior de la mina de Almadén (Fig. 4, loc. 24)**

*Situación*: las muestras de pizarras ampelíticas fosilíferas se recogieron en la mina de Almadén en la galería de cabeza de la rampa, cota 87 sobre planta 14 (algo por debajo del nivel de la planta 10). Flanco sur del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) del punto equivalente en superficie: x = 339.780; y = 4.293.470.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Antecedentes:* Casiano del Prado (en Verneuil y Collomb, 1853; Prado, 1855) fue el primer autor que describió fósiles del interior de la mina de Almadén, posteriormente destacan los trabajos de Kuss (1878), Cortázar (1880), Malaise (1897), Hernández Sampelayo (1926, 1960), Henke (1926), Henke y Hundt (1926), Habermelner (1931) y Saupé (1971a).

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad de las muestras recogidas son los siguientes:

- *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Monograptus* cf. *juancarlosi* Štorch, *Monograptus priodon* (Bronn), *Torquigraptus* cf. *tullbergi* (Bouček), *Torquigraptus australis* Štorch. Telychiense, límite de las Biozonas de *Monoclimacis griestoniensis* y *Torquigraptus tullbergi*.
- *Monograptus* cf. *juancarlosi* Štorch, *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Cochlograptus veles* (Richter), *Torquigraptus* cf. *tullbergi* (Bouček), *Metaclimacograptus* sp. Telychiense, parte inferior de la Biozona de *Torquigraptus tullbergi*.

#### **D.18. Muestras antiguas de la mina de Almadén procedentes de colecciones históricas del Museo Geominero**

Muestra nº 836: *Pristiograptus bjerringus* Bjerreskov, *Monograptus* cf. *marri* Perner. Telychiense.

Muestra nº 936: *Metaclimacograptus* sp., *Monograptus marri* Perner. Telychiense.

Muestra h): *Parapetalolithus* cf. *altissimus*, *Monograptus* cf. *marri*, *Metaclimacograptus* sp., *Diversograptus* sp. Telychiense.

Muestra sin número: *Rastrites linnaei* Barrande. Telychiense.



## (E) - SINCLINAL DE VALDEAZOGUES-PUERTOLLANO

### E.1. Afloramientos del área de Valdezogues (PT VAZ) (Fig. 4, loc. 25)

*Situación:* los 12 niveles muestreados proceden de afloramientos situados aproximadamente a 1 km al noroeste del pueblo de Valdezogues, próximos al arroyo del Bonal del Caballo, en el paraje de la Serrezuela. Son los materiales paleozoicos más modernos conservados en el núcleo del sinclinal de Valdezogues-Puertollano en esta zona.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

Muestras PT VAZ 1, PT VAZ 2, PT VAZ 3A

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) del punto medio: x = 375.410; y = 4.285.230.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad de las muestras recogidas, de muro a techo, son los siguientes:

- PT VAZ 1 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* cf. *dubius* (Suess), *Cyrtograptus* sp. y bivalvos. Telychiense más alto a Wenlock.
- PT VAZ 2 (a 0.50 m sobre la anterior) (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess). Wenlock.
- PT VAZ 3A (a 6 m sobre PT VAZ 1) (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* sp.

Muestras PT VAZ 5, PT VAZ 7, PT VAZ 8, PT VAZ 9, PT VAZ 10, PT VAZ 11, PT VAZ 12,

PT VAZ 13, PT VAZ 14.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) para la base de la sección: x = 375.305; y = 4.285.200.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad de las muestras recogidas son los siguientes:

- PT VAZ 5 (a 14.5 m de la base) (pizarra ampelítica): *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), *Streptograptus* sp., *Monoclimacis* sp. (?), Bivalvos y nautiloideos ortocónicos. Telychiense (?).
- PT VAZ 7 (a 27 m de la base) (pizarra ampelítica): Bivalvos y nautiloideos ortocónicos.
- PT VAZ 8 (a 28.5 m de la base) (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* cf. *pseudodubius* (Bouček), *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), bivalvos (*Butovicella* sp.), mandíbulas de filocáridos y restos de nautiloideos ortocónicos. Telychiense superior-Sheinwoodiense.



- PT VAZ 9 (a 31.5 m de la base) (pizarra ampelítica): *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), *Pristiograptus* sp., bivalvo y nautiloideos ortocónicos. Telychiense superior-Sheinwoodiense.
- PT VAZ 10 (a 35 m de la base) (pizarra ampelítica): *Monoclimacis* sp., bivalvos y nautiloideos ortocónicos.
- PT VAZ 11 (a 40 m de la base) (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Pristiograptus praedubius* (Bouček), *Monograptus priodon* (Bronn), bivalvos y nautiloideos ortocónicos. Telychiense superior-Sheinwoodiense.
- PT VAZ 12 (a 49 m de la base) (pizarra ampelítica): Graptolitos indeterminables, filocárido (mandíbula) y nautiloideos ortocónicos.
- PT VAZ 13 (a 54.5 m de la base) (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Pristiograptus praedubius* (Bouček), *Monograptus priodon* (Bronn). Telychiense superior-Sheinwoodiense.
- PT VAZ 14 (a 60.5 m de la base) (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monoclimacis* cf. *gracilis*? (Elles & Wood), *Diversograptus ramosus* Manck, ?*Cyrtograptus* sp.-*Torquigraptus* sp., nautiloideos ortocónicos, filocárido (mandíbula) y fragmento de euriptérico (gnatobase de pata natatoria). Telychiense, Biozona de *Cyrtograptus lapworthi* (?).

## E.2. Sección de Retamar (PT RE) (Fig. 4, loc. 26; Fig. I7)

*Situación:* a lo largo de los taludes de la carretera Ciudad Real-Córdoba (N-420) entre los km 148-149, a la altura de la circunvalación del pueblo de Retamar (unos 8 km al oeste de Puertollano). Flanco norte del sinclinal de Puertollano.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) para la base de la sección: x = 392.560; y = 4.280.700, y para el techo: x = 392.660; y = 4.280.600, respectivamente.

*Rango estratigráfico:* Cuarcita del Criadero (en parte repetida por falla), Formación Guadarranquejo y parte inferior de la “Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas”.

*Fósiles identificados:* 16 horizontes paleontológicos del Telychiense-Homeriense, cuya localización se señala en la figura adjunta (Fig. A7). El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- PT RE-10 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Cochlograptus veles* (Richter), *Monoclimacis* cf. *griestoniensis* (Nicol), un braquiópodo rinconeliforme. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* (?).
- PT RE-11/W (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Pristiograptus praedubius* (Bouček), *Stimulograptus splendens* Storch, *Monograptus priodon* (Bronn), *Cyrtograptus* cf. *lapworthi* Tullberg y restos de nautiloideos ortocónicos. Telychiense, entre la parte alta de la Biozona de *Oktavites spiralis* y la de *Cyrtograptus lapworthi*.
- PT RE-11 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn), *Monoclimacis* cf. *vomerina* (Nicholson),

*Cyrtograptus lapworthi* Tullberg, *Monoclimacis* sp., *Pristiograptus* sp., monógráptido de tecas ganchudas, restos de euriptéridos y diversos morfotipos de nautiloideos ortocónicos y bivalvos ornamentados. Telychiense, Biozona de *Cyrtograptus lapworthi*.

- PT RE-12 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* cf. *latus* (M'Coy), *Monograptus riccartonensis* Lapworth, *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus* sp., *Monoclimacis* sp., braquiópodos (órtidos) y nautiloideos ortocónicos (ornamentación transversa fina). Wenlock, biozonas de *Monograptus riccartonensis* a *M. belophorus*-*Cyrtograptus rigidus*).
- PT RE-13 (pizarra ampelítica): *Sokolovograptus textor* (Bouček & Münch), *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček), *Monograptus flemingii* (Salter), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus perneri* Bouček, *Cyrtograptus ramosus* Bouček, *Aptychopsis* sp. 1, artejos de crinoideos, restos de nautiloideos ortocónicos, bivalvos y braquiópodos rinconeliformes. Wenlock, Biozona de *Cyrtograptus perneri* -*C. ramosus*.
- PT RE-14 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček), *Monograptus flemingii* (Salter), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), braquiópodos (órtidos), nautiloideos ortocónicos y un bivalvo. Sheinwoodiense-Homeriense, Biozonas de *Cyrtograptus perneri* -*C. ramosus* a *C. lundgreni* (?).
- PT RE-15 (pizarra ampelítica): *Monograptus flemingii* (Salter), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus* cf. *perneri* Bouček, bivalvos de diversos morfotipos (*Butovicella* sp.) y restos de nautiloideos ortocónicos del morfotipo 2. Sheinwoodiense-Homeriense, Biozonas de *Cyrtograptus perneri* -*C. ramosus* a *C. lundgreni* (?).
- PT RE-16 (pizarra ampelítica): *Monograptus* cf. *flemingii* (Salter), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), diversos bivalvos (*Butovicella migrans* (Barrande), *Butovicella* cf. *migrans* (Barrande), *Dualina*? sp., *Grammysia* sp.) y nautiloideos ortocónicos muy alargados y delgados (Orthocerida morfotipo 2). Sheinwoodiense-Homeriense, Biozonas de *Cyrtograptus perneri* -*C. ramosus* a *C. lundgreni* (?).
- PT RE-17 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček), *Monograptus flemingii* (Salter), *Cyrtograptus* cf. *lundgreni* Tullberg, diversos bivalvos (entre ellos *Butovicella* sp.) y nautiloideos ortocónicos largos y delgados con ornamentación transversa fina (morfotipo 2?). Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*.
- PT RE-19 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), *Cyrtograptus* sp. (*C. perneri*? Bouček), mandíbula de filocárido, nautiloideos ortocónicos y bivalvos. Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (?).
- PT RE-20 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus* sp. y nautiloideos ortocónicos largos del morfotipo 2. Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (?).
- PT RE-21 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček), *Monograptus flemingii* (Salter), *Cyrtograptus* sp., nautiloideos ortocónicos de diversos

morfotipos y bivalvos (*Butovicella* sp., *Dualina?* sp.). Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (?).

- PT RE-22 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček), *Cyrtograptus* cf. *perneri* Bouček y bivalvos (Pterineidae). Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (?).
- PT RE-23 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček), *Cyrtograptus* sp. y bivalvos con orejas (*Actinopteria* sp., Pterineidae indet.). Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (?).
- PT RE-24 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), bivalvos (*Butovicella* sp., entre otros) y nautiloideos ortocónicos. Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (?).
- PT RE-25 (pizarra ampelítica): graptolitos indeterminados, nautiloideos ortocónicos y bivalvos (*Dualina?* sp.). Homeriense (?).

### E.3. Localidades de Ojailén-Brazatortas (PT OB) (Fig. 4, loc. 27)

*Situación:* en el talud del km 143 de la carretera N-420, a menos de 500 m al norte del pueblo de Brazatortas (Ciudad Real) y a unos 15 km al oeste de Puertollano. Flanco sur del sinclinal de Valdeazogues-Puertollano.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) medias del afloramiento: x = 387.010; y = 4.280.870

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

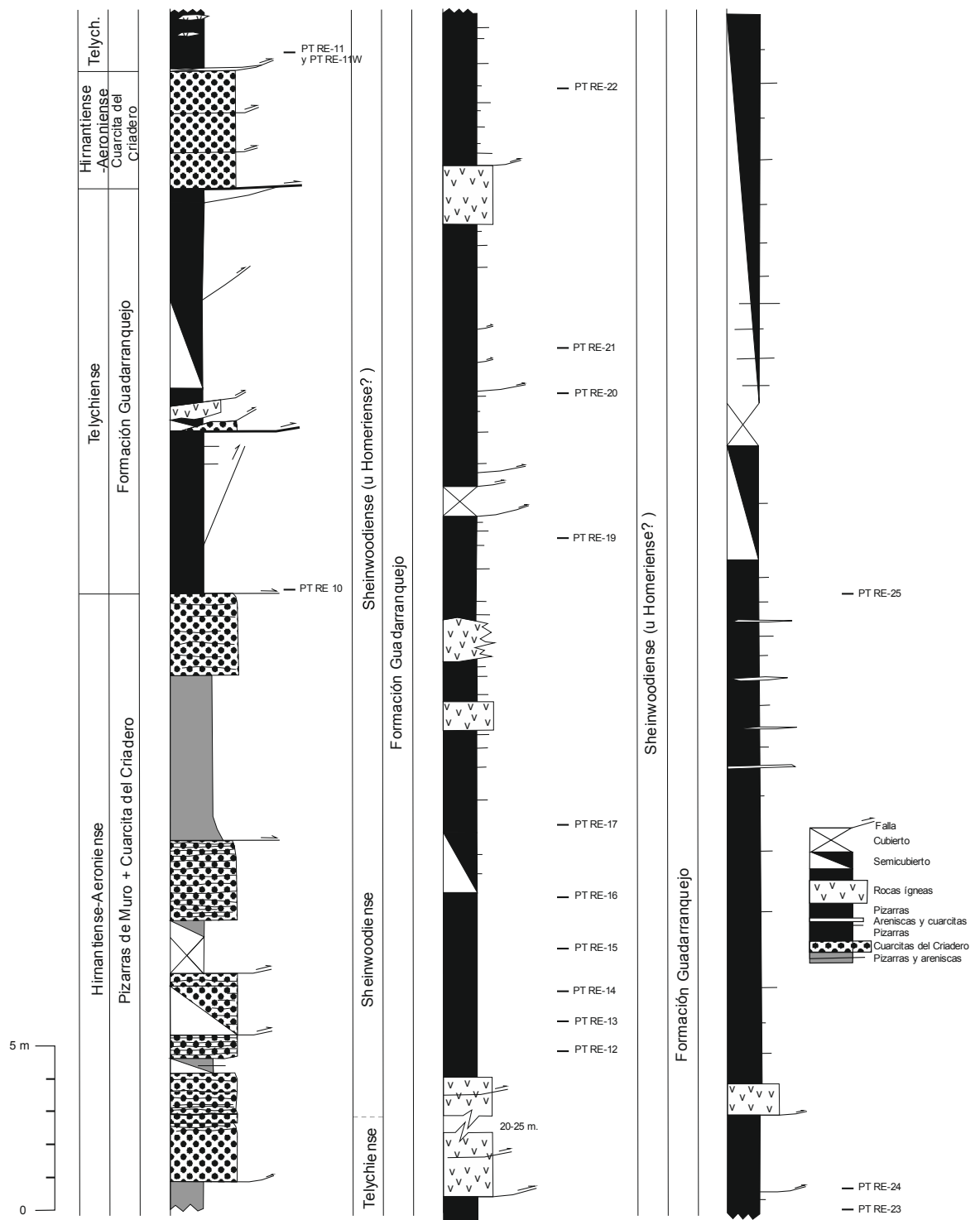
*Fósiles identificados:* de tres muestras de edad Telychiense ordenadas de muro a techo y muy próximas entre sí, cuyo contenido paleontológico y edad estimada para cada nivel son los siguientes:

- PT OB-1 (limolita): *Stimulograptus* cf. *utilis* Loydell, *Monograptus* cf. *marri* Perner. Telychiense.
- PT OB-2 (pizarra ampelítica): *Torquigraptus planus* (Barrande), *Monoclimacis* cf. *griestoniensis* (Nicol), *Parapetalolithus* sp., *Rastrites* sp. Telychiense.
- PT OB-3 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus* cf. *meridionalis* (Legrand), *Monoclimacis* cf. *crenulata* (Törnquist), *Monograptus* sp., *Torquigraptus* sp. Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi* (?).

### E.4. Afloramiento puntual de la Cañada de Cantohincado (Fig. 4, loc. 28)

*Situación:* al sur del arroyo de Cabañas y en la orilla izquierda del arroyo de la Cañada de Cantohincado, unos 2 km al sureste de La Alameda y a unos 600 m al noreste de la mina Santa Rita.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 425.000; y = 4.272.055



**Fig. 17.** Columna estratigráfica esquemática de la sucesión de Retamar (sinclinal de Valdezogues-Puertollano), con la situación de las muestras fosilíferas.

*Rango estratigráfico:* techo de la Cuarcita del Criadero, la formación Guadarranquejo está casi totalmente reemplazada por una potente unidad volcánica.

*Fósiles identificados:*

- *Campograptus lobiferus* (M'Coy), *Lituigraptus convolutus* (Hisinger), *Metaclimacograptus* sp., *Rastrites* sp. Aeroniense, Biozona de *Lituigraptus convolutus* (?).



## **(F) - SINCLINAL DE SANTA CRUZ DE MUDELA**

### **F.1. Afloramientos puntuales del castillo de Montizón (Fig. 4, loc. 47)**

*Situación:* a 600 m al oeste-noroeste del castillo de Montizón (Rambla de Montizón), situado a algo más de 6 km al suroeste de Villamanrique (Ciudad Real). Flanco sur del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 493.320; y = 4.264.060.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico de la muestra fosilífera es el siguiente:

- (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monograptus priodon* (Bronn)

*Situación:* al pie del castillo de Montizón, margen derecha del río Guadalén, en el término municipal de Villamanrique (Ciudad Real). Flanco sur del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 494.100; y = 4.264.025.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico de la muestra fosilífera es el siguiente:

- (pizarra ampelítica): *Spirograptus* cf. *guerichi* Loydell, Štorch & Melchin.

### **F.2. Muestras de la litoteca MAGNA del IGME, correspondientes a la hoja geológica nº 862 (Fig. 4, loc. 47)**

*Situación:* en el camino de acceso desde el río al castillo de Montizón, próximos a la entrada. (término municipal de Villamanrique, Ciudad Real). Flanco sur del sinclinal.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 494.060; y = 4.264.020.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* se ha revisado parte del contenido paleontológico de las muestras anteriores que sería el siguiente:

- 21-33 IN-GM-05-05-M4 (pizarra ampelítica): *Monograptus priodon* (Bronn) y restos de euriptéridos.

- 21-33 IN-GM-05-05-M5 (pizarra ampelítica): *Monograptus priodon* (Bronn).





## (G) - SINCLINAL DE GUADALMEZ

### G.1. Sección de la estación de Chillón oeste (CHW) (Fig. 4, loc. 29; Fig. I8)

*Situación:* a lo largo de la orilla derecha del río Guadalmez, a unos 100 metros al noreste del cortijo de la Vega de San Ildefonso y frente a la estación de Chillón (Chillón, Ciudad Real). Flanco norte del sinclinal de Guadalmez.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) para la base de la sección: x = 336.530; y = 4.286.750.

*Rango estratigráfico:* parte media y alta de la Formación Guadarranquejo y la base de las “Alternancias de pizarras, areniscas y cuarcitas”. El contacto entre la Cuarcita de Criadero y las pizarras ampelíticas es mediante una falla transversal, faltando el tramo inferior de las pizarras negras de la Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* 30 horizontes paleontológicos del Telychiense (?)–Homeriense, cuya localización se indica en la columna adjunta (Fig. A8). El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- CHW-0 (pizarra ampelítica): *Monograptus* sp.? *Cyrtograptus* sp.? (o monograptido curvo indeterminado). Telychiense (?).
- CHW-1 (pizarra ampelítica): *Monograptus* sp., mandíbulas de filocáridos y restos de nautiloideos ortocónicos. Telychiense (?)–Sheinwoodiense.
- CHW-2 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monograptus priodon* (Bronn), *Cyrtograptus* sp., mandíbulas de filocáridos y restos de nautiloideos ortocónicos. Telychiense (?)–Sheinwoodiense.
- CHW-3 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess) y braquiópodos rinconeliformes. Sheinwoodiense.
- CHW-4 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* cf. *meneghini* (Gortani), braquiópodos rinconeliformes, mandíbulas de filocáridos y bivalvos (*Actinopteria* sp.). Sheinwoodiense.
- CHW-5 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani) y braquiópodos rinconeliformes. Sheinwoodiense, Biozona de *Monograptus belophorus*–*Cyrtograptus rigidus*, o superior.
- CHW-6 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani). Sheinwoodiense, Biozona de *Monograptus belophorus*–*Cyrtograptus rigidus* o superior.
- CHW-7 (pizarra ampelítica): *Monograptus belophorus* (Meneghini), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Monoclimacis* cf. *hemipristis* (Meneghini). Sheinwoodiense, Biozona de *Monograptus belophorus*–*Cyrtograptus rigidus*.
- CHW-8 (pizarra ampelítica): *Monograptus belophorus* (Meneghini), *Monograptus flemingii* (Salter), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus* cf. *ramosus*

Bouček. Sheinwoodiense, biozonas de *Monograptus belophorus*-*Cyrtograptus rigidus* a la de *C. perneri* - *C. ramosus*.

- CHW-9 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Pristiograptus* cf. *meneghini* (Gortani), *Monograptus flemingii* (Salter), *Cyrtograptus* cf. *ellesae* Gortani. Sheinwoodiense, Biozona de *Cyrtograptus perneri* - *C. ramosus*.
- CHW-10 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monograptus flemingii* (Salter), *Cyrtograptus* sp. Sheinwoodiense.
- CHW-11 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess). Sheinwoodiense.
- CHW-12 (pizarra ampelítica): *Cyrtograptus* sp. (cladia), restos de euriptéridos. Sheinwoodiense.
- CHW-13 (pizarra ampelítica): *Cyrtograptus* sp. (cladia). Sheinwoodiense.
- CHW-14 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus* cf. *lundgreni* Tullberg, restos de retiolítidos indeterminables y de nautiloideos ortocónicos. Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*.
- CHW-15 (pizarra ampelítica): *Cyrtograptus* aff. *perneri* Bouček, 1933. Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (?).
- CHW-16 (pizarra ampelítica): *Monograptus flemingii* (Salter), *Cyrtograptus* aff. *perneri* Bouček, *Pristiograptus* ex gr. *dubius-pseudodubius*. Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (?).
- CHW-17 (pizarra ampelítica): *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), *Cyrtograptus* aff. *perneri* Bouček. Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (?).
- CHW-18 (pizarra ampelítica): *Cyrtograptus* aff. *perneri* Bouček y nautiloideos ortocónicos. Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (?).
- CHW-19 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus* cf. *lundgreni* Tullberg. Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*.
- CHW-20 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Cyrtograptus* cf. *lundgreni* Tullberg. Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*.
- CHW-21 (pizarra ampelítica): *Monograptus flemingii* (Salter), *Cyrtograptus* cf. *lundgreni* Tullberg. Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*.
- CHW-22 (pizarra ampelítica): *Monograptus* sp., *Cyrtograptus* sp., sículas de graptolitos y acumulaciones de quitinozoos (?). Homeriense.
- CHW-23 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Cyrtograptus* aff. *perneri* Bouček, restos de nautiloideos ortocónicos, filocáridos y un artejo de crinoideo. Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni* (?).
- CHW-25 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček), *Monograptus flemingii* (Salter), *Cyrtograptus* cf. *lundgreni* Tullberg, acumulaciones de

quitinozoos (?), crinoideo (artejo). Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*.

- CHW-26 (pizarra ampelítica): *Monograptus* cf. *flemingii* (Salter)..
- CHW-27 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), acumulaciones de quitinozoos (?). Homeriense.
- CHW-28 (pizarra ampelítica): *Monograptus flemingii* (Salter). Homeriense.
- CHW-29 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček), *Cyrtograptus* sp. y restos de nautiloideos ortocónicos. Homeriense
- CHW-30 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius*, *Cyrtograptus* cf. *lundgreni* Tullberg Homeriense, Biozona de *Cyrtograptus lundgreni*.

## **G.2. Sección de la estación de Chillón este (CHE) (Fig. 4, loc. 29; Fig. I8)**

*Situación:* en el k. 288.5 de la línea de FF.CC. Madrid-Badajoz, a 330 m al norte de la estación abandonada de Chillón (Chillón, Ciudad Real). Flanco norte del sinclinal de Guadalmez.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) para la base de la sección: x = 336.715; y = 4.286.785.

*Rango estratigráfico:* parte alta de la Cuarcita del Criadero y parte inferior de la Formación Guadarranquejo.

*Antecedentes:* esta localidad aparece en Hernández Sampelayo (1926, cuyos datos se repiten en 1960) y también se cita en Almela *et al.* (1962).

*Fósiles identificados:* 6 horizontes paleontológicos del Aeroniense-Telychiense cuya localización se indica en la misma columna que la sección anterior (Fig. A8). El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- CHE-(-2) (intercalación pizarrosa centimétrica intercalada entre capas de areniscas de espesores centimétricos y colores oscuros, en la parte más alta de la Cuarcita del Criadero): *Campograptus lobiferus* (M'Coy), *Normalograptus* sp., *Pristiograptus* sp., *Rastrites* sp. Aeroniense.
- CHE-(-1) (limolitas arenosas, muy cerca del techo de la Cuarcita del Criadero, por encima de la anterior): *Raphidograptus toernquisti* (Elles & Wood). Aeroniense.
- CHE-1 (pizarra ampelítica, a 5-7 cm de la base) : *Parapetalolithus* cf. *palmeus* (Barrande), *Stimulograptus* cf. *becki* (Barrande), *Stimulograptus halli* (Barrande), *Monograptus marri* Perner, *Spirograptus guerichi* Loydell, Storch & Melchin, *Paradiversograptus runcinatus* (Lapworth), *Glyptograptus* sp., *Metaclimacograptus* sp. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (Subzonas de *Paradiversograptus runcinatus*-*Monograptus gemmatus* a *Parapetalolithus palmeus*).

- CHE-2 (pizarra ampelítica, entre 10-17 cm de la base): *Parapetalolithus elongatus* (Bouček & Přibyl), *Parapetalolithus* cf. *hispanicus* (Haberfelner), *Pristiograptus variabilis* (Perner), *Streptograptus* cf. *plumosus* (Baily), *Stimulograptus becki* (Barrande), *Stimulograptus halli* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Pristiograptus* sp., *Glyptograptus* sp., *Parapetalolithus* sp., *Metaclimacograptus* sp. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (Subzonas de *Paradiversograptus runcinatus*-*Monograptus gemmatus* a *Parapetalolithus palmeus*).
- CHE-3 (pizarra ampelítica, a 70 cm de la base): *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* Legrand, *Parapetalolithus elongatus* (Bouček & Přibyl), *Parapetalolithus palmeus* (Barrande), *Pristiograptus renaudi* (Philippot), *Pristiograptus variabilis* (Perner), *Streptograptus* cf. *filiformis* Chen, *Stimulograptus becki* (Barrande), *Stimulograptus halli* (Barrande), *Torquigraptus planus* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (Subzona de *Parapetalolithus palmeus*).
- CHE-4 (pizarra ampelítica, entre 90-110 cm de la base): *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* Legrand, *Parapetalolithus* cf. *palmeus* (Barrande), *Pseudoplegmatoraptus* sp., *Pristiograptus pristinus* (Přibyl), *Pristiograptus renaudi* (Philippot), *Streptograptus* cf. *plumosus* (Baily), *Stimulograptus becki* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (Subzona de *Parapetalolithus palmeus*).

### G.3. Sección de Guadalmez Norte (GM GN) (Fig. 4, loc. 30; Fig. I9)

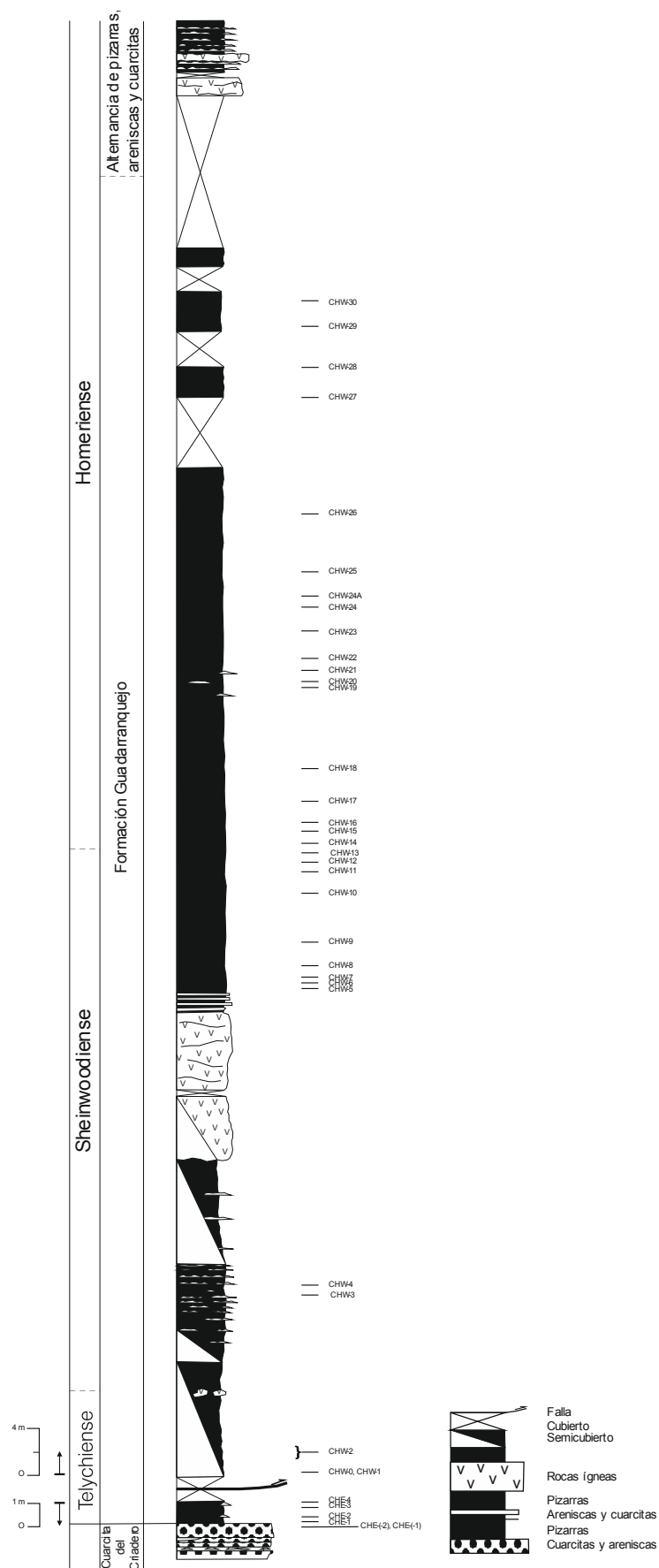
*Situación:* en el talud de la carretera de Guadalmez (Ciudad Real) a Capilla (Badajoz), a 3.5 km de la primera localidad. Flanco norte del sinclinal de Guadalmez.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) para la base de la sección: x = 327.620; y = 4.291.060.

*Rango estratigráfico:* parte alta de la Cuarcita del Criadero y parte inferior de la Formación Guadarranquejo, con repetición de parte de ambas unidades por fallas.

*Fósiles identificados:* 7 horizontes paleontológicos del Telychiense cuya localización se indica en la columna adjunta (Fig. A9). El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de base a techo, son los siguientes:

- GM GN-1 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* Legrand, *Parapetalolithus* cf. *palmeus* (Barrande), *Stimulograptus becki* (Barrande), *Stimulograptus halli* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin, *Rastrites abbreviatus* Lapworth, *Paradiversograptus runcinatus* (Lapworth). Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (Subzona de *Paradiversograptus runcinatus*-*Monograptus gemmatus*).
- GM GN-2 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol). Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.



**Fig. 18.** Columna estratigráfica sintética de las secciones de la estación de Chillón (sinclinal de Guadalmazm), con la situación de las muestras fosilíferas.

- GM GN-3 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus* cf. *asejradi* Legrand, *Parapetalolithus palmeus* (Barrande), *Pristiograptus* cf. *variabilis* (Perner), *Monograptus marri* Perner. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei*.
- GM GN-4 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monograptus priodon* (Bronn). Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* (o más alta).
- GM GN-5 (pizarra ampelítica): *Stimulograptus splendens* Štorch, *Monograptus priodon* (Bronn), *Oktavites spiralis* (Geinitz), *Diversograptus* sp., restos de nautiloideos ortocónicos y filocáridos, bivalvos. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- GM GN-6 (pizarra ampelítica): *Retiolites angustidens* Elles and Wood, *Streptograptus* cf. *anguinus* (Příbyl), *Streptograptus* cf. *nodifer* (Törnquist), *Euroclimacis jabalonensis* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, *Diversograptus* sp., restos de euriptéridos y nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- GM GN-7, por encima de GM GN-6 a una distancia indeterminada (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monograptus priodon* (Bronn). Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis* (?).

#### G.4. Sección de la estación de Belalcázar (GM EB) (Fig. 4, loc. 31; Fig. I10)

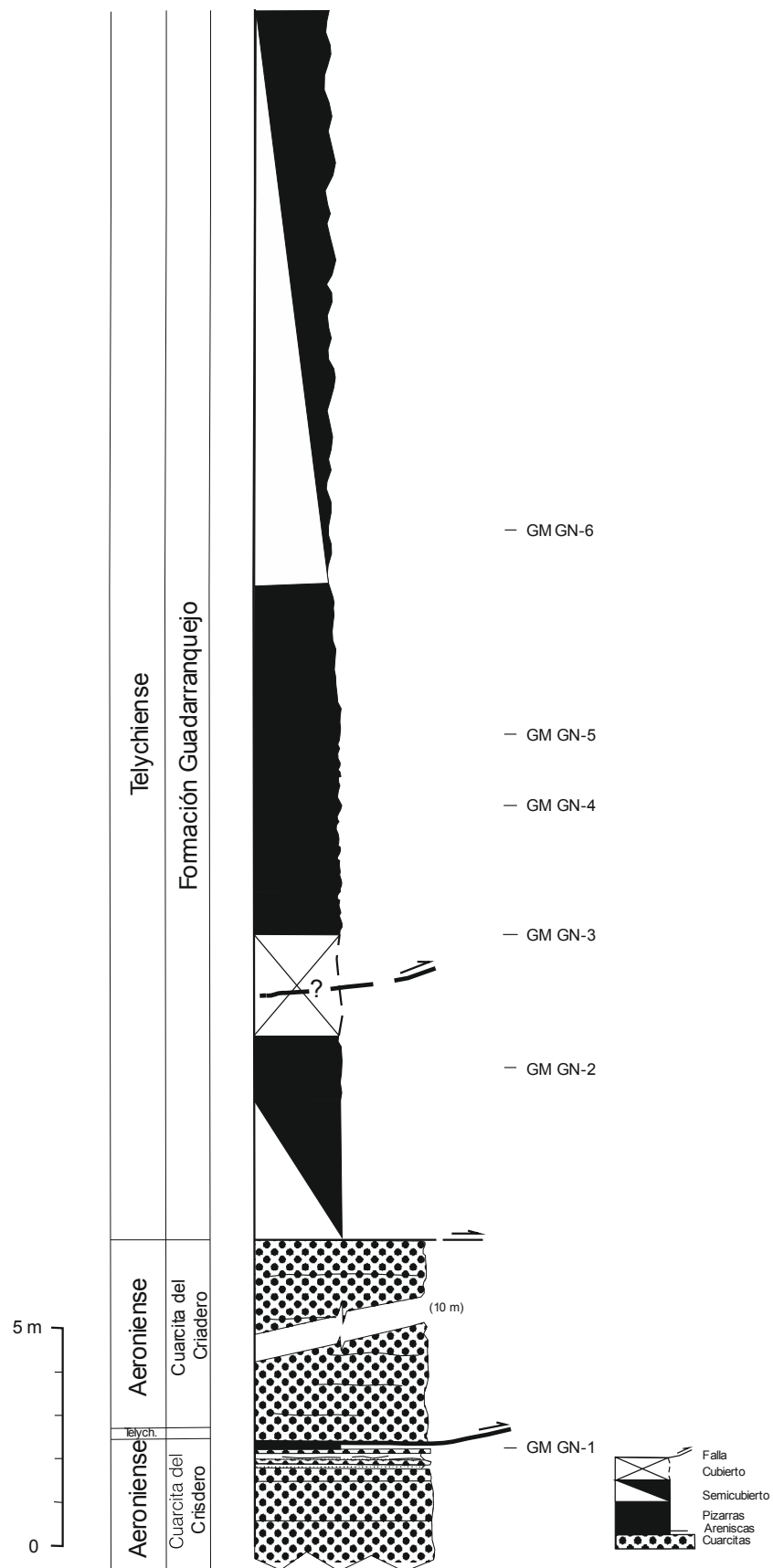
*Situación:* Está situada en la carretera de Peñalsordo a Belalcázar, unos 560 m al noreste de la estación de tren abandonada de Belalcázar (Córdoba), en el término municipal de Zarzacapilla (Badajoz). Flanco suroccidental del sinclinal de Guadalmez.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) para la base del tramo de pizarras ampelíticas de la sección: x = 320.105; y = 4.287.560.

*Rango estratigráfico:* parte alta de la Cuarcita del Criadero y Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* 16 horizontes paleontológicos del Telychiense, cuya localización se indica en la columna adjunta (Fig. A10). El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- GM EB-0 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus* cf. *meridionalis* (Legrand), *Torquigraptus australis* Štorch. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* (?).
- GM EB-1 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus* cf. *meridionalis* (Legrand), *Stimulograptus splendens* Štorch, *Monograptus priodon* (Bronn), *Torquigraptus australis* Štorch, *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), restos de nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- GM EB-1 T (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Monograptus juancarlosi* Štorch, *Monograptus priodon* (Bronn), *Torquigraptus* cf. *australis* Štorch, *Torquigraptus*



**Fig. 19.** Columna estratigráfica esquemática de la sección de Guadalmaz Norte (sinclinal de Guadalmaz), con la situación de las muestras paleontológicas.



*tullbergi* (Bouček), *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), retiolítidos y nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.

- GM EB-2 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Stimulograptus splendens* Štorch, *Monograptus juancarlosi* Štorch, *Monograptus priodon* (Bronn), braquiópodos rinconeliformes, cornulítico, restos de euriptéridos y filocáridos (mandíbulas). Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi* (?).
- GM EB-2 A (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Stimulograptus splendens* Štorch, *Monograptus juancarlosi* Štorch, mandíbulas de filocáridos. Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi* (?).
- Muestra 9805 (Caja 11-39) de posición indeterminada aproximada (nódulos): *Monoclimacis griestoniensis*, *Retiolites* sp., *Torquigraptus* sp., monográptido recto y braquiópodos rinconeliformes. Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi* (?).
- GM EB-3 (nódulo) *Stimulograptus splendens* Štorch, bivalvo y restos de nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi* a Biozona de *Oktavites spiralis* (?).
- GM EB-3 A (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Stimulograptus splendens* Štorch, *Monograptus* cf. *praecedens* Bouček, *Torquigraptus* cf. *arcuatus* (Bouček), *Torquigraptus flagellaris* (Törnquist), *Oktavites spiralis* (Geinitz), *Monoclimacis* cf. *geinitzi* (Bouček), *Diversograptus ramosus* Manck, filocáridos (mandíbulas). Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- GM EB-4 (nódulo): *Monograptus priodon* (Bronn) y nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- GM EB-4A (pizarra ampelítica): *Stimulograptus splendens* Štorch, *Monograptus priodon* (Bronn), *Oktavites spiralis* (Geinitz). Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- GM EB-5 (pizarra ampelítica): *Streptograptus* cf. *anguinus* (Příbyl), *Euroclimacis jabalonensis* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, *Monoclimacis* cf. *geinitzi* (Bouček), *Monograptus* sp., nautiloideos ortocónicos y filocáridos. En nódulos del mismo nivel (E BEL N-5): *Streptograptus anguinus*, *Monograptus* cf. *priodon*, bivalvos y nautiloideos ortocónicos (entre ellos Orthocerida morfotipo 1). Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- GM EB-6 (pizarra ampelítica): *Euroclimacis jabalonensis* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, *Pristiograptus* sp., *Esphenotallus* sp., restos de nautiloideos ortocónicos (Orthocerida morfotipo 3) y mandíbulas de filocáridos. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- GM EB-6B (pizarra ampelítica): restos de esponjas (?) y materia orgánica dispersa (quitinozoos?) y nautiloideos ortocónicos. Nódulos con nautiloideos ortocónicos.
- GM EB-6F (pizarra ampelítica): *Monograptus priodon* (Bronn), *Monoclimacis* cf. *geinitzi* (Bouček) y microelemento de conodonto (?). Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.

- GM EB-6G (pizarra ampelítica): *Monograptus priodon* (Bronn), *Monoclimacis* cf. *geinitzi* (Bouček), nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- GM EB-7 (pizarra ampelítica): *Monograptus priodon* (Bronn), *Oktavites spiralis* (Geinitz), *Euroclimacis jabalonensis* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, restos de Nautiloideos ortocónicos y microelemento de conodonto. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.
- GM EB-8 (pizarra ampelítica): *Retiolites angustidens* Elles and Wood, *Monograptus priodon* (Bronn), *Oktavites spiralis* (Geinitz). Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*.

### G.5. Afloramiento puntual GM-H (Fig. 4, loc. 32)

*Situación:* Está situada en la carretera de Peñalsordo a Belalcázar, unos 1500 m al noreste de la estación de tren abandonada de Belalcázar (Córdoba), en el término municipal de Zarzacapilla (Badajoz). Flanco suroccidental del sinclinal de Guadalmez.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) para un punto situado aproximadamente en la parte media del afloramiento de pizarras ampelíticas: x = 320.330; y = 4.288.500.

*Rango estratigráfico:* parte media de la Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- GM-H (pizarra ampelítica): *Retiolites* cf. *geinitzianus* (Barrande), *Pristiograptus praedubius* (Bouček), *Monograptus parapriodon* Bouček, *Monoclimacis* sp., *Barrandeograptus* sp., abundantes restos de nautiloideos ortocónicos (entre ellos se distinguen las variantes *Orthocerida* morfotipo 1, *Orthocerida* morfotipo 2 y *Orthocerida* morfotipo 5), además de *Aptychopsis*; también se reconocen diversos restos de filocáridos (en pizarras: mandíbulas; en nódulos: mandíbulas, telsón) y de euriptéridos (en pizarras: fragmentos de piel y apéndices natatorios), junto con ostrácodos (*Myodocopida* abundantes en pizarras y *Myodocopa* bolbozoide y *Entomozoe?* sp. en nódulos), bivalvos (*Cheiopteria?* sp., *Telycardia malinka* Kříž, *Slavia?* sp., *Copenychia* aff. *pristina* Kříž, *Stolidotus* sp., *Dualinidae* indet., *Pterineidae* indet.). Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis*, o algo por encima.

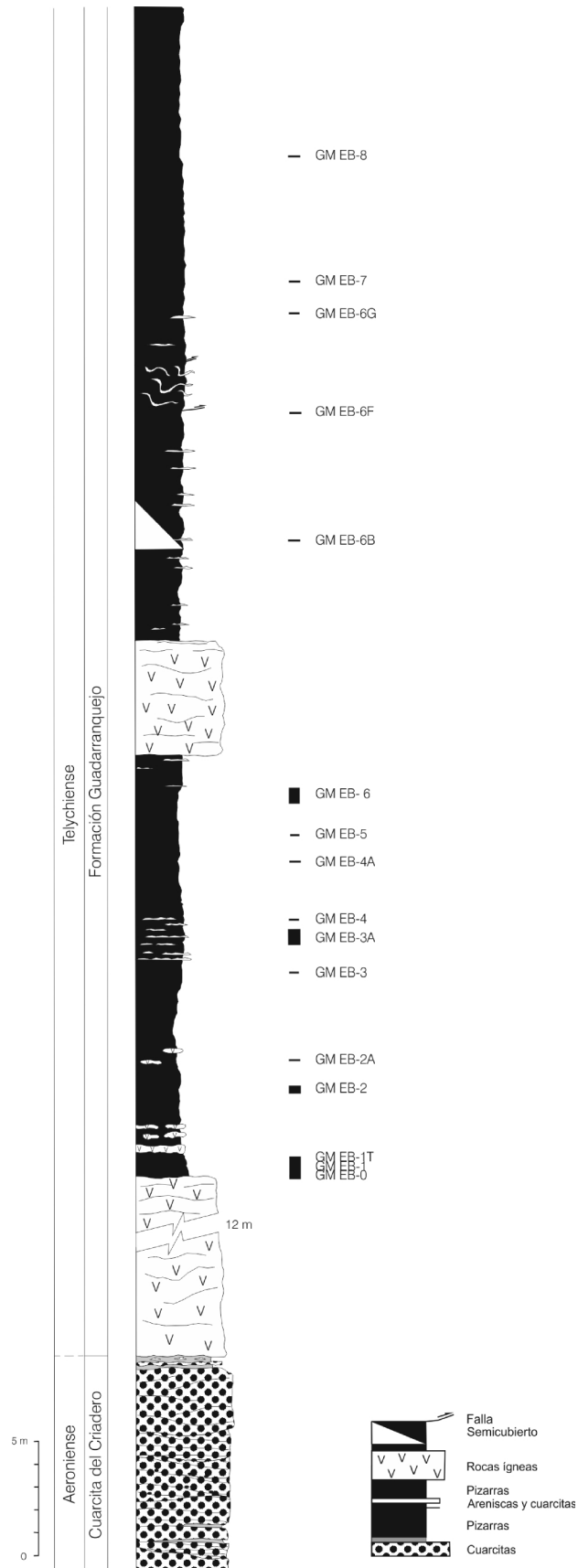
### G.6. Afloramiento puntual D-3 (= GM-D) (Fig. 4, loc. 33)

*Situación:* El yacimiento fosilífero está situado a unos 450 m al oeste de la casa de Vega de la Higuera (término municipal de Guadalmez, Ciudad Real), al sur de la carretera de Guadalmez a Capilla. Flanco norte del sinclinal de Chillón.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) de la parte media del afloramiento de pizarras ampelíticas: x = 321.820; y = 4.292.420.

*Rango estratigráfico:* parte media de la Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:



**Fig. 110.** Columna estratigráfica esquemática de la sección de la estación de Belalcázar (sinclinal de Guadalmaz), con la situación de las muestras fosilíferas.

- D-3 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), *Monoclimacis flexa* Loydell, *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Pristiograptus* sp., *Monograptus* sp., bivalvos (*Actinopteria* sp., *Dceruska?* sp.), restos de euriptéridos, filocáridos, cornulítidos y nautiloideos ortocónicos (entre ellos, *Orthocerida* morfotipo 5 y *Aptychopsis* sp. 1) y ostrácodos (*Myodocopida*). Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis* (?).

### G.7. Afloramiento puntual GM GRE (Fig. 4, loc. 34)

*Situación:* 5 km al SSE de Guadalmez (Ciudad Real). Flanco sur del sinclinal de Guadalmez.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) de la parte media del afloramiento de pizarras ampelíticas: x = 327.200; y = 4.292.900.

*Rango estratigráfico:* parte baja de la Formación Guadarranquejo.

*Antecedentes:* Esta localidad fue descrita por primera vez por Almela et al. (1962, Loc. 68, p. 219) y su interés radica en que era una de las escasas localidades en las que dichos autores creyeron identificar faunas del Ludlow inferior en el Silúrico de la región de Almadén-Guadalmez.

*Fósiles identificados:* El material estudiado procede de nuevas recogidas de la misma localidad, no pudiendo disponerse del material original. El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- GM GRE (pizarra ampelítica): *Parapetalolithus hispanicus* (Haberfelner), *Pristiograptus pristinus* (Příbyl), *Torquigraptus planus* (Barrande), *Pristiograptus variabilis* (Perner), *Stimulograptus becki* (Barrande), *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch & Melchin. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (Subzona de *Parapetalolithus hispanicus*).

### G.8. Secciones de la Estación de las Cabras (Fig. 4, loc. 35; Fig. I11)

*Situación:* Estas tres localidades se encuentran muy próximas entre si, al este de Cabeza del Buey, en los taludes de la vía de ferrocarril Madrid-Badajoz, aproximadamente entre los km 318 y 319 y dentro del término municipal de Zarzacapilla (Badajoz). En este tramo de la vía es donde se encuentra una antigua estación de tren abandonada y, algo más al este, el túnel citado por autores anteriores. Desde el punto de vista geológico están en el flanco meridional del extremo occidental del sinclinal de Guadalmez

*Antecedentes:* La primera referencia a los yacimientos de esta localidad procede de la recopilación realizada por Mallada en 1896 para el Mapa Geológico de España. Posteriormente, en 1976, Lozac'h y Vidal describen las mismas localidades.

*Rango estratigráfico:* diversos tramos principalmente de la Formación Guadarranquejo y, en menor medida, de la “Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas”.

### G.8.1. Estación de las Cabras (GM EC)

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) de la base de la sucesión: x = 311.120; y = 4.287.650.

*Fósiles identificados*: 6 horizontes paleontológicos, cuya localización se indica en la columna adjunta (Fig. A11). El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- GM EC-1 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Pristiograptus* sp. (*P. pseudodubius*? [Bouček]), mandíbulas de filocáridos y nautiloideos ortocónicos. Wenlock (?).
- GM EC-3 (pizarra ampelítica): bivalvos, braquiópodos rinconeliformes y nautiloideos ortocónicos con ornamentación reticulada fina (Orthocerida morfotipo 3).
- GM EC-5 (pizarra ampelítica): *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), *Monograptus* sp., filocáridos (mandíbulas) y *Sphenothallus* sp. Wenlock.
- GM EC-6 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (?) (Suess), *Retiolites* sp. y partículas de materia orgánica (quitinozoos?).
- GM EC-7 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn), monograptido de radosoma curvo, bivalvos (*Telycardia malinka* Kříž), mandíbulas de filocáridos y restos de euriptéridos y nautiloideos ortocónicos. Telychiense?, probablemente Biozona de *Oktavites spiralis* (por el bivalvo).
- GM EC-8 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), *Retiolites* sp. (*R. angustidens* ?? Elles and Wood), mandíbulas de filocáridos y nautiloideos ortocónicos. Wenlock.

### G.8.2. Boca oeste del túnel (GM TCW)

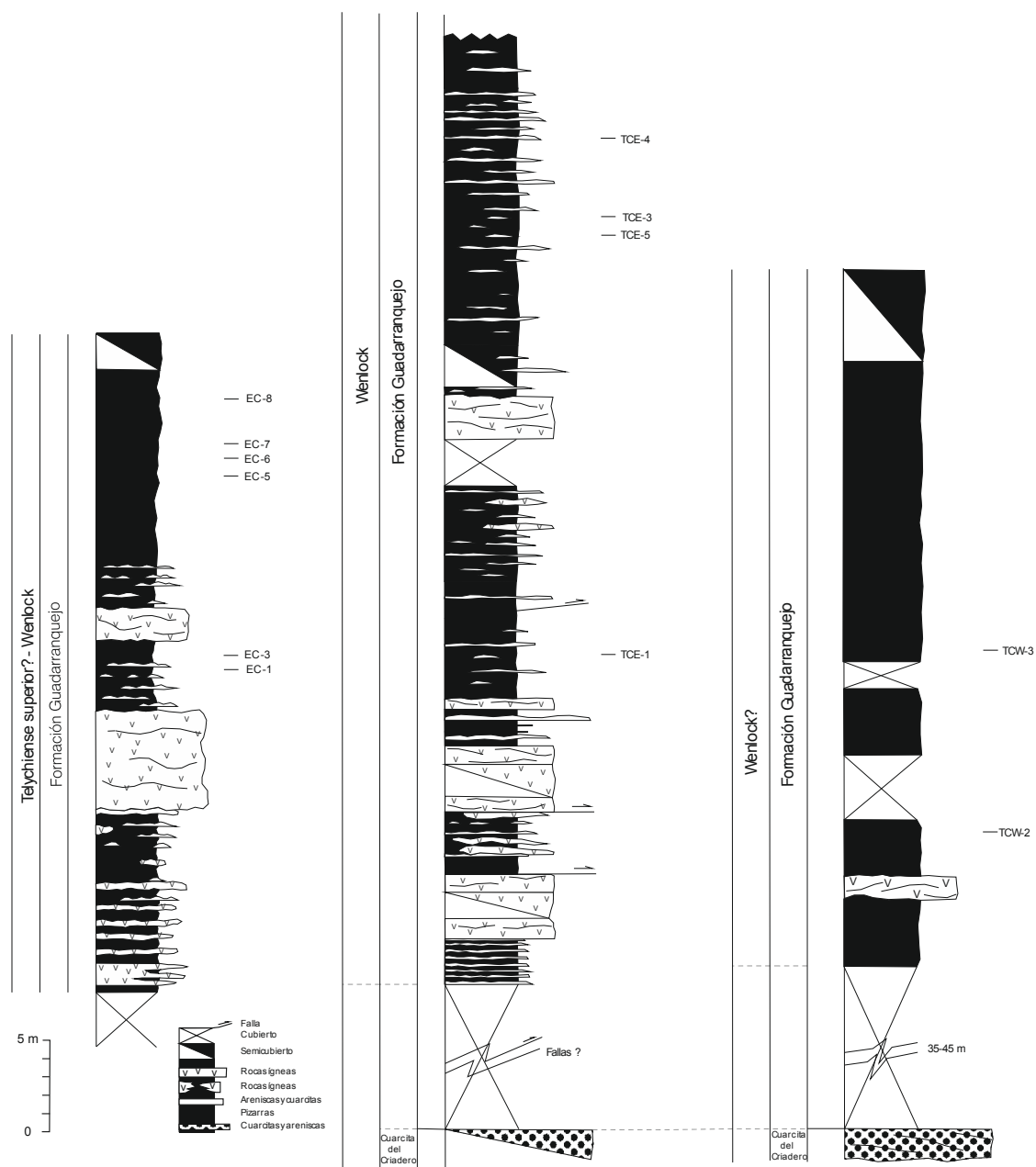
*Coordenadas UTM* (datum WGS84) de la base de la sucesión: x = 311.320; y = 4.287.470.

*Fósiles identificados*: 2 horizontes paleontológicos, cuya localización se indica en la columna adjunta (Fig. 51). El escaso contenido paleontológico es el siguiente:

- GM TCW-2 (pizarra ampelítica): restos de nautiloideos ortocónicos.
- GM TCW-3 (pizarra ampelítica): monograptido (parte proximal muy densa y curvada).

### G.8.3. Boca este del túnel (GM TCE)

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) de la base de la sucesión: x = 311.620; y = 4.287.300.



**Fig. 111.** Columnas estratigráficas esquemáticas parciales de la estación de las Cabras (sinclinal de Guadalmaz), con la posición de las muestras paleontológicas.

*Fósiles identificados:* 4 horizontes paleontológicos, cuya localización se indica en la columna adjunta (Fig. 51). El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- GM TCE-1 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess) y restos de nautiloideos ortocónicos. Wenlock (?).
- GM TCE-5 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess) y mandíbulas de filocáridos. Wenlock (?).

- GM TCE-3 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani). Wenlock.
- GM TCE-4 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monoclimacis* sp., ostrácodos (?) y nautiloideos ortocónicos. Wenlock (?).

### **G.9. Afloramiento puntual de la localidad GM AL (Fig. 4, loc. 36)**

*Situación:* en el km 4.350 de la carretera CR-4131 (Alamillo-San Benito), a unos 3.5 km al sureste de Alamillo. Flanco norte del sinclinal de Guadalmez.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 346.120; y = 4.279.150.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* en 2 muestras de pizarras fosilíferas. El contenido paleontológico y la edad estimada, cuando ha sido posible, para cada una de ellas son los siguientes:

- GM AL-1 (pizarra ampelítica): *Diversograptus* sp. o *Barrandeograptus* sp., *Monograptus* sp. (de tecas ganchudas) y restos de euriptéridos y filocáridos (mandíbulas y otros).
- GM AL-2 (pizarra ampelítica): *Monoclimacis* cf. *geinitzi* (Bouček), *Monograptus* sp., *Diversograptus* sp. o *Barrandeograptus* sp., monograptido de curvatura ventral y tecas lobadas prominentes y restos de euriptéridos y filocáridos (mandíbulas).

### **G.10. Afloramiento puntual de la Loc. 12 (Fig. 4, loc. 37)**

*Situación:* en el talud de la carretera CM-4202 que, desde el cruce del km 323 de la N-502 (Almadén-Córdoba), se dirige a Alamillo, a unos 800 m de dicho cruce.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 337.470; y = 4.285.400.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad son los siguientes:

- Loc. 12 (pizarra ampelítica): *Retiolites* cf. *angustidens* Elles and Wood, *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Pristiograptus* sp., *Monograptus* sp., *Torquigraptus* sp., filocáridos y nautiloideos ortocónicos. Telychiense.

### **G.11. Afloramientos puntuales del río Guadalmez norte (Fig. 4, loc. 38)**

*Situación:* esta sección corresponde a un tramo del curso y margen izquierda del río Guadalmez en el que los materiales silúricos empiezan a aparecer en un punto situado 900 m al oeste del castillo de Vioque y continúan casi ininterrumpidamente hacia el norte algo más de 1 km. Desde el punto de vista geológico corresponde a la terminación periclinal oriental del sinclinal de Guadalmez de forma que, de sur a norte (flanco sur), la serie empieza con pizarras ampelíticas, muy próximas al techo de la Cuarcita del Criadero y de las que la separa un tramo cubierto, y continúa, a través de una sucesión más o menos replegada pero con el techo hacia el norte, hasta las primeras alternancias pelítico-arenosas del Silúrico. Después de la serie vuelve a repetirse parcialmente una



vez cruzada la charnela del sinclinal en el que las capas más altas observadas en el corte del río corresponden a los últimos materiales citados.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) de los límites del afloramiento: extremo meridional, x = 336.350, y = 4.280.860; extremo septentrional, x = 336.080, y = 4.281.850.

*Rango estratigráfico*: Formación Guadarranquejo y “Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas”.

*Fósiles identificados*: El contenido paleontológico y la edad de los niveles muestreados del flanco norte son, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- Loc. 13 (pizarra ampelítica): *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), braquiópodos y nautiloideo ortocónico. Wenlock.
- Loc. 14 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* sp., *Monoclimacis* sp. (?)
- Loc. 14 (nódulos): *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn), bivalvos (*Slava* aff. *decurtata* Barrande) y nautiloideos ortocónicos. Wenlock (?).
- Loc. 15 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* cf. *meneghini* (Gortani), *Cyrtograptus* sp. y nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense.
- Loc. 16 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* cf. *dubius* (Suess), *Monograptus meneghini* (Gortani), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense.

En el flanco sur el contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- Loc. 21 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), *Cyrtograptus* sp., braquiópodos rinconeliformes y nautiloideos ortocónicos. Wenlock (?).
- Loc. 26 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess). Wenlock (?).
- Loc. 27 (pizarra ampelítica): *Monograptus parapriodon* Bouček.

## **G.12. Afloramientos puntuales del río Guadalmez sur (Fig. 4, loc. 39)**

*Situación*: este tramo del río Guadalmez con afloramientos de rocas fosilíferas silúricas tiene su extremo meridional en un punto situado a unos 3 km al norte del vado que da acceso a las casas de la Perdiguera y a casi 5 km al noreste de Santa Eufemia (Córdoba) y se extiende hacia el norte a lo largo de la orilla del río unos 350 m. Desde el punto de vista geológico, igual que en caso anterior, nos encontramos en la terminación periclinal oriental del sinclinal de Guadalmez y, de sur a norte, la sucesión empieza, mediante una falla, con pizarras ampelíticas con nódulos y continúa con pizarras negras con escasas y delgadas intercalaciones arenosas.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) de los límites del afloramiento: extremo meridional, x = 337.900, y = 4.278.650; extremo septentrional, x = 337.730, y = 4.278.970.

*Rango estratigráfico*: Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad, cuando es posible, de los niveles muestreados, de más antiguo a más moderno, son los siguientes:

- Loc. 24 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* cf. *pseudodubius* (Bouček) y restos de nautiloideos ortocónicos con ornamentación transversal espaciada.
- Loc. 25 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), *Monograptus* sp., braquiópodo, nautiloideos ortocónicos y euriptéridos.
- Loc. 28 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), *Monograptus* cf. *parapriodon* Bouček, bivalvos, filocáridos, nautiloideos ortocónicos y euriptéridos. Telychiense (?).
- Loc. 29 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček), *Monograptus parapriodon* (?) Bouček, bivalvos. Wenlock
- Loc. 30 (pizarra ampelítica): *Monograptus belophorus* (Meneghini) y restos de nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense.
- Loc. 23 (pizarra ampelítica): *Monograptus riccartonensis* Lapworth, *Pristiograptus* sp., bivalvo y braquiópodos rinconeliformes. Sheinwoodiense.
- Loc. 22 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), monográptido recto, bivalvos, restos de euriptéridos (?) y nautiloideo ortocónico, con varios braquiópodos juveniles adheridos.

### **G.13. Afloramientos puntuales de la cantera Los Pedroches (Fig. 4, loc. 40)**

*Situación:* en la cantera Los Pedroches, en el paraje de El Molinillo (término municipal de Capilla, Badajoz), junto a la carretera abandonada de Peñalsordo a la estación de Belalcázar. A 5 km al sur de Capilla. Extremo occidental del sinclinal de Guadalmez.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) del punto medio: x = 318.670; y = 4.294.000.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad de las muestras fosilíferas recogidas son los siguientes:

- Loc. 31 (en los primeros 25 cm sobre la Cuarcita del Criadero) (pizarra ampelítica): *Torquigraptus* sp. (tipo *tullbergi* (Bouček). *Monoclimacis flumendosae* (?) (Gortani), *Monoclimacis* cf. *griestoniensis* (Nicol), monográptido de teca ganchuda. Telychiense.
- Loc. 32 (a 4-5 metros del techo de la Cuarcita del Criadero) (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Pristiograptus* sp., *Monograptus* sp., filocáridos y restos de euriptéridos y nautiloideos ortocónicos. Telychiense (?).
- Loc. 33 (calicata por encima de la corta) (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Pseudoplegmatograptus obesus* (Lapworth), *Torquigraptus arcuatus* (Bouček), *Parapetalolithus* sp., *Torquigraptus* sp. Telychiense, Biozona de *Streptograptus crispus*.

## (H) - FLANCO NORTE DEL SINCLINORIO DE LOS PEDROCHES

### H.1. Afloramientos puntuales de la localidad GM-PO (Fig. 4, loc. 43)

*Situación:* a la altura del km 332 de la carretera N-502 (Ávila-Córdoba), inmediatamente al oeste de la calzada. Flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 332.600; y = 4.280.320.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* 6 muestras recogidas en el entorno de la localidad. El contenido paleontológico y la edad de dichas muestras son los siguientes:

- GM PO (NOR) (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Torquigraptus australis* Štorch, *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Monoclimacis* cf. *griestoniensis* (Nicol), *Monograptus* sp. Telychiense, biozonas desde la de *Monoclimacis griestoniensis* a la de *Torquigraptus tullbergi*.
- GM PO (N) (pizarra ampelítica): *Parapetalolithus* cf. *meridionalis* (Legrand), *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn), *Torquigraptus* cf. *arcuatus* (Bouček), *Metaclimacograptus* sp., *Parapetalolithus* sp., *Monograptus* sp. Telychiense, biozonas desde la de *Monoclimacis griestoniensis* a la de *Torquigraptus tullbergi*.
- GM PO (CENT) (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Torquigraptus arcuatus* (Bouček), *Torquigraptus australis* Štorch, *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Monoclimacis* cf. *griestoniensis* (Nicol), monograptidos indeterminados y braquiópodos rinconeliformes. Telychiense. Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- GM PO (S) (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus* cf. *altissimus* (Elles & Wood), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Streptograptus* cf. *crispus* Lapworth, *Monograptus* cf. *juancarlosi* Štorch, *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Monograptus* sp., restos de nautiloideos ortocónicos y braquiópodos rinconeliformes. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- GM PO (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus altissimus* (Elles & Wood), *Monograptus juancarlosi* Štorch, *Torquigraptus* cf. *australis* Štorch, *Torquigraptus flagellaris* (Törnquist), *Torquigraptus* cf. *tullbergi* (Bouček) y restos de nautiloideos ortocónicos. Telychiense, biozonas de *Monoclimacis griestoniensis* a *Torquigraptus tullbergi*.
- GM PO 2 (pizarra ampelítica): *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Metaclimacograptus* sp., *Monograptus* sp. Telychiense, biozonas de *Monoclimacis griestoniensis* a *Torquigraptus tullbergi*.

## H.2. Afloramientos puntuales de la localidad GM-EU (Fig. 4, loc. 44)

*Situación:* a unos 800 m al este de de Santa Eufemia (Córdoba), en el paraje de Los Lanchares. Flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 335.200; y = 4.273.840.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* 5 muestras recogidas en el entorno de la localidad. El contenido paleontológico y la edad de dichas muestras son los siguientes:

- GM EU-1 (pizarra ampelítica): monograptidos indeterminados y varios morfotipos de nautiloideos ortocónicos.
- GM EU-2 (pizarra ampelítica): *Monograptus* cf. *parapriodon* Bouček (?), *Oktavites spiralis* (Geinitz), *Stomatograptus* sp. (en nódulo), bivalvos (*Dualina*? sp.) y diversos nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis* (?).
- GM EU-3 (pizarra ampelítica): *Monoclimacis* sp. (tipo *Mcl. flumendosae*), monograptido fino con tecas ganchudas, gasterópodo (*Cyrtoneritimorpha*? indet.), bivalvos (*Modiolopsidae* y otros) y nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense (?).
- GM EU-4 (pizarra ampelítica): *Monoclimacis* cf. *vomerina* (Nicholson), *Monoclimacis* cf. *flumendosae* (Gortani), *Cyrtoagraptus* sp., monograptido fino, bivalvos (*Antipleuridae*, *Pterineidae*) y restos de diversos morfotipos de nautiloideos ortocónicos. Sheinwoodiense, Biozona de *Cyrtoagraptus murchisoni* (?).
- GM EU-5 (pizarra ampelítica): monograptidos finos con la parte proximal curva, fragmento distal de tipo *M. priodon* (Bronn) y nautiloideos ortocónicos.

## H.3. Sección de Puente Quebrada (SB-PQ) (Fig. 4, loc. 41; Fig. I12)

*Situación:* A lo largo de la carretera secundaria CM-4201/A-437, que enlaza Torrecampo (Córdoba) con la carretera de Bienvenida a Alamillo (CM-4202, Ciudad Real), aproximadamente entre los km 16 y 16,5. Flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) para la base de la sección: x = 359.080; y = 4.265.15 y para el techo: x = 358.800; y = 4.264.900

*Rango estratigráfico:* desde la Cuarcita del Criadero a la parte inferior de la “Alternancia de pizarras, areniscas y cuarcitas”.

*Fósiles identificados:* 45 horizontes paleontológicos del Telychiense-Gorstiense, cuya localización aparece en la columna adjunta (Fig. A12). El contenido paleontológico y la edad estimada para cada nivel, de más antiguo a más moderno, es el siguiente:

- SB PQ-1 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Stimulograptus splendens* (?) Štorch, *Torquigraptus* cf. *australis* Štorch, *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol). Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- SB PQ-2 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Monoclimacis* ex gr. *griestoniensis*

(Nicol), *Torquigraptus* sp. (?). Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* (?).

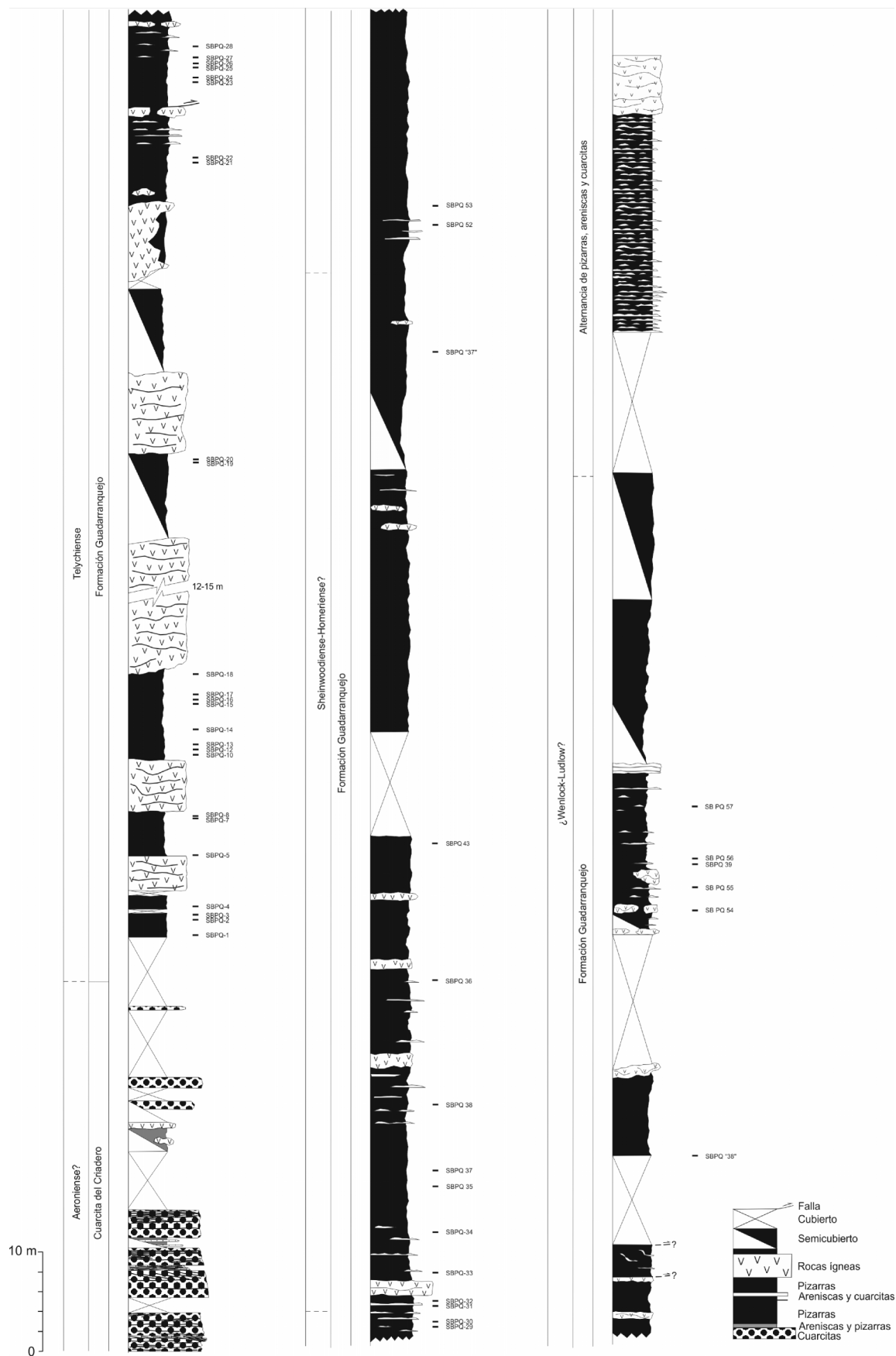
- SB PQ-3 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Monograptus juancarlosi*? Štorch, *Torquigraptus australis* Štorch, *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol). Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- SB PQ-4 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Torquigraptus* sp. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* (?).
- SB PQ-5 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Cochlograptus veles* (Richter). Telychiense
- SB PQ-7 (limolita): Braquiópodos rinconeliformes.
- SB-PQ 8 (limolita): Braquiópodos rinconeliformes.
- SB PQ-10 (pizarra ampelítica): *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol). Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* (?).
- SB PQ-12 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn), *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol) y restos de nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- SB PQ-13 (pizarra ampelítica): acumulaciones de braquiópodos rinconeliformes (*Valdaria budili* Havlíček y Štorch). Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* (?).
- SB PQ-14 (pizarra ampelítica): *Retiolites* cf. *geinitzianus* (Barrande), *Monograptus* cf. *priodon* (Bronn) y restos de braquiópodos rinconeliformes. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* (?).
- SB PQ-15 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Monograptus priodon* (Bronn), *Torquigraptus australis* Štorch, *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol) y bivalvos (*Butovicella* cf. *migrans* [Barrande]). Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- SB PQ-16 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Torquigraptus australis* Štorch, *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Diversograptus* sp. (?) y un braquiópodo rinconeliforme (?). Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- SB PQ-17 (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), *Torquigraptus australis* Štorch, *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Monoclimacis woodae* Zalasiewicz, Loydell & Štorch y restos de nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- SB PQ-18 (pizarra ampelítica): *Monoclimacis subgeinitzi* Fu, fragmentos de monograptidos de radosoma recto y restos de braquiópodos rinconeliformes.

Telychiense, entre el techo de la biozona de *Torquigraptus tullbergi* y la base de la de *Oktavites spiralis*.

- SB PQ-19 (pizarra ampelítica): *Euroclimacis jabalonensis* Loydell, Štorch & Gutiérrez-Marco, *Monograptus* sp. y restos de euriptéridos y nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis* (?).
- SB PQ-20 (pizarra ampelítica): *Stimulograptus splendens* Štorch, *Monoclimacis* sp., *Euroclimacis* sp., *Diversograptus* sp., un bivalvo y restos de nautiloideos ortocónicos y euriptéridos. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis* (?).
- SB PQ-21 (pizarra ampelítica): *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Monograptus* sp., mandíbula de filocárido, lumaquela de braquiópodos y restos de nautiloideos ortocónicos. Telychiense, biozonas *Torquigraptus tullbergi*-*Oktavites spiralis* (?).
- SB PQ-22 (pizarra ampelítica): *Torquigraptus tullbergi* (Bouček) y restos de filocáridos. Telychiense, biozonas *Torquigraptus tullbergi*-*Oktavites spiralis* (?).
- SB PQ-23 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), *Monograptus priodon* (Bronn), *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Monoclimacis* cf. *crenulata* (Törnquist), *Oktavites falx* (Suess), restos de nautiloideos ortocónicos y un bivalvo. Telychiense, Biozona de *Oktavites spiralis* (?).
- SB PQ-24 (pizarra ampelítica): *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn), bivalvo (*Cheiopteria?* sp.) y nautiloideos ortocónicos (los dos últimos también en nódulos). Telychiense.
- SB PQ-25 (pizarra ampelítica): *Monograptus priodon* (Bronn), restos de euriptéridos (?), nautiloideos ortocónicos (entre ellos *Orthocerida* morfotipo 1) y filocáridos. Telychiense (?).
- SB PQ-26 (pizarra ampelítica): restos de braquiópodos aplastados. Telychiense (?).
- SB PQ-27 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Monograptus?* sp., braquiópodos, nautiloideos ortocónicos y bivalvos (Cardiólido); estos dos últimos también en nódulos. Telychiense (?).
- SB PQ-28 (pizarra ampelítica): *Monograptus priodon* (Bronn), bivalvos, restos de nautiloideos ortocónicos y euriptéridos (?) y protégulos de braquiópodos. Telychiense (?).
- SB PQ-29 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Pristiograptus* cf. *praedubius* (Bouček) y un bivalvo. Telychiense-Wenlock (?).
- SB PQ-30 (pizarra ampelítica): *Monograptus* ex gr. *priodon* (Bronn). Telychiense-Wenlock (?).
- SB PQ-31 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess), *Monograptus priodon* (Bronn), *Monoclimacis* sp., nautiloideos ortocónicos y un bivalvo. Telychiense-Wenlock (?).
- SB PQ-32 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), mandíbula de filocárido y un braquiópodo. Telychiense-Wenlock (?).

- SB PQ-33 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess). Telychiense-Wenlock (?).
- SB PQ-34 (pizarra ampelítica): restos de nautiloideos ortocónicos y bivalvos. Telychiense-Wenlock (?).
- SB PQ-35 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Pristiograptus* sp., mandíbula de filocárido y nautiloideos ortocónicos. Incluye nódulos con nautiloideos ortocónicos y braquiópodos rinconeliformes. Telychiense-Wenlock (?).
- SB PQ-37 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monoclimacis flumendosae* (Gortani), bivalvos y restos de nautiloideos ortocónicos lisos y ornamentados. Wenlock.
- SB PQ-38 (pizarra ampelítica): *Monograptus* cf. *riccartonensis* Lapworth, braquiópodos rinconeliformes y un posible resto de filocárido. Wenlock.
- SB PQ-36 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Retiolites* sp., monograptido de tecas ganchudas, bivalvo, mandíbula de filocárido, restos de nautiloideos ortocónicos y abundantísimos braquiópodos indeterminables (linguliformes? indet.). Wenlock.
- SB PQ-43 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius*? (Suess), braquiópodos rinconeliformes y restos de nautiloideos ortocónicos. Wenlock.
- SB PQ-“37” (pizarra ampelítica): *Pristiograptus pseudodubius* (Bouček). Homeriense.
- SB PQ-52 (pizarra ampelítica): *Saetograptus* cf. *linearis* (Bouček), monograptidos indeterminables. Gorstiense.
- SB PQ-53 (pizarra ampelítica): restos de graptolitos indeterminables y nautiloideos ortocónicos.
- SB PQ-“38” bis (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* sp. (*P.*cf. *meneghini* ?)(Gortani)), sículas de graptolitos y braquiópodos rinconeliformes. Gorstiense (?).
- SB PQ-54 (pizarra ampelítica): *Monograptus flemingii* (?) (Salter), *Monograptus* sp. y nautiloideos ortocónicos.
- SB PQ-55 (pizarra ampelítica): monograptidos con tecas ganchudas y restos de nautiloideos ortocónicos.
- SB PQ-39 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* ex gr. *dubius* (Suess). Gorstiense (?).
- SB PQ-56 (pizarra ampelítica): restos indeterminables de graptolitos, mandíbula de filocárido, bivalvo y nautiloideos ortocónicos.
- SB PQ-57 (pizarra ampelítica): restos indeterminables de graptolitos y nautiloideos ortocónicos.





**Fig. I12.** Columna estratigráfica esquemática de la sección de Puente Quebrada (flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches), con la situación de las muestras paleontológicas estudiadas.

#### **H.4. Afloramiento puntual de la Ermita de la Virgen de las Veredas (Fig. 4, loc. 41)**

*Situación:* a unos 800 m al norte de la ermita de la Virgen de las Veredas, en el término municipal de Torrecampo (Córdoba), en la orilla oriental del tramo final del arroyo Guadamora. Flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 356.760; y = 4.266.100.

*Rango estratigráfico:* “Alternancia de areniscas, pizarras y cuarcitas”.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico de la muestra es el siguiente:

- Bivalvos (*Silurinka vetula* Kříž; *Butovicella migrans* [Barrande]).

#### **H.5. Afloramiento puntual de la Loc. arroyo de San Juan (Fig. 4, loc. 42)**

*Situación:* en una pequeña escombrera junto al arroyo de San Juan, a unos 200 m aguas arriba de su desembocadura en el arroyo de la Ribera (término municipal de Almodóvar del Campo, Ciudad Real). Flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 364.050; y = 4.262.730.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad son los siguientes:

- SB ASJ-1 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Pristiograptus pristinus?* (Příbyl), *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Torquigraptus* sp., *Monograptus* sp., bivalvo. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis* (?).

#### **H.6. El Centenillo (sondeo Fabriquilla IV) (revisado de Gutiérrez-Marco y Pineda, 1988) (Fig. 4, loc. 45)**

*Situación:* el sondeo se llevó a cabo en un punto situado a 2 km al noroeste de la población minera de El Centenillo (Jaén), al suroeste de la Loma del Peñón del Toro y a unos 450 m al noreste de la carretera JM-5005. Está en el sector oriental de Sierra Morena en el flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) de la boca del sondeo: x = 435.220; 4.245.535

*Rango estratigráfico:* techo de la Cuarcita del Criadero y Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* dos horizontes fosilíferos del Telychiense, cuyo contenido fosilífero y edad son los siguientes:

- Nivel -83,70 m (pizarra ampelítica, 1 m bajo el techo de la Cuarcita del Criadero).  
*Pseudoglyptograptus?* sp. Telychiense.

- Nivel -84,2 m (pizarra ampelítica, 1,20 m bajo el techo de la Cuarcita del Criadero).  
*Pseudoplegmatoraptus* sp., *Pseudoretiolites* cf. *dentatus* Bouček & Münch,

*Torquigraptus planus* sp. (Barrande), *Glyptograptus* sp. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (Sub-biozona de *Paradiversograptus runcinatus*-*Monograptus gemmatus*).

## **H.7. Localidades de la carretera a Colonia Selladores (El Centenillo) (46)**

Muestras legadas por Antonio García Palacios sin datos de localización precisa. Es posible que parte de ellas correspondan a las localidades del MAGNA de la hoja nº 862 y las localidades citadas por Ríos Aragüés (1977).

*Rango estratigráfico*: Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados*: 6 horizontes fosilíferos del Telychiense

- EC SE-1G (pizarra ampelítica): *Parapetalolithus meridionalis* (Legrand), *Monograptus* cf. *marri* Perner, *Torquigraptus arcuatus* (Bouček), *Torquigraptus* cf. *australis* Štorch, *Torquigraptus proteus* (Barrande), *Metaclimacograptus* sp. y diversos morfotipos de nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Streptograptus crispus*.
- EC SE-2G (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Monograptus juancarlosi* Štorch, *Torquigraptus arcuatus* (Bouček), *Torquigraptus* cf. *australis* Štorch, *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Parapetalolithus* sp., *Pristiograptus* sp., *Cornulites?* spp. (*Annuliconchus?* sp.), braquiópodos rinconeliformes y nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- EC SE-3G (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Stimulograptus splendens* Štorch, *Monograptus priodon* (Bronn), *Torquigraptus arcuatus* (Bouček), *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Diversograptus* sp. (?), braquiópodos rinconeliformes, nautiloideos ortocónicos y restos de euriptéridos. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- EC SE-4G (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Torquigraptus australis* Štorch, *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol). Telychiense, Biozonas de *Monoclimacis griestoniensis* a *Torquigraptus tullbergi*.
- EC SE-5G (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Monograptus priodon* (Bronn), *Torquigraptus australis* Štorch, *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol). Telychiense, Biozonas de *Monoclimacis griestoniensis* a *Torquigraptus tullbergi*.
- EC SE-6G (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Monograptus priodon* (Bronn), *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol), *Barrandeograptus* sp. o *Diversograptus* sp., bivalvos, braquiópodos rinconeliformes y Lissatrypidina y restos diversos de nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozonas de *Monoclimacis griestoniensis* a *Torquigraptus tullbergi*.

## H.8. Muestras de la litoteca MAGNA del IGME, correspondientes a la hoja geológica nº 862 (Fig. 4, loc. 48)

*Situación:* a algo menos de 8 km de El Centenillo (pedanía del término municipal de Baños de la Encina, Jaén) en dirección a la colonia Los Selladores, en el talud de la carretera. Flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 431.500; y = 4.245.100.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- 19-34 9803-GM (nódulos): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Monograptus* cf. *parapriodon* Bouček, *Monoclimacis* cf. *griestoniensis* (Nicol), *Torquigraptus australis* Štorch y *Retiolites* sp. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.

*Situación:* a 3 km antes de llegar a la colonia Los Selladores (pedanía del término municipal de Baños de la Encina, Jaén) por la carretera JM-5005, que parte de El Centenillo. Flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 428.600; y = 4.246.150.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- 19-34 9804-GM (pizarra ampelítica): *Pristiograptus* cf. *dubius* (Suess), *Monograptus* cf. *flemingii* (Salter). Sheinwoodiense (?).

*Situación:* a 2 km antes de llegar a la colonia Los Selladores (pedanía del término municipal de Baños de la Encina, Jaén) por la carretera JM-5005, que parte de El Centenillo. Flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 427.500; y = 4.246.130.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- 19-34 9805-GM (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Retiolites angustidens* Elles and Wood, *Monograptus priodon* (Bronn), *Torquigraptus tullbergi* (Bouček), *Monoclimacis crenulata* (Törnquist), *Monoclimacis griestoniensis* (Nicol) y *Diversograptus* sp. (?), braquiópodos rinconeliformes y nautiloideos ortocónicos. Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi*.

*Situación:* a 0.5 km antes de llegar a la colonia Los Selladores, viniendo desde El Centenillo por la carretera JM-5005 (término municipal de Baños de la Encina, Jaén). Flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 426.400; y = 4.245.760.

*Rango estratigráfico*: Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados*: El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- 19-34 9806-GM (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Torquigraptus australis* Štorch, *Monoclimacis* cf. *griestoniensis* (Nicol), *Rastrites* sp. y sículas de graptolitos. Telychiense, Biozonas de *Monoclimacis griestoniensis* a *Torquigraptus tullbergi*.

*Situación*: a 5.5 km antes de llegar, por la carretera JM-5005, a la colonia Los Selladores, viniendo desde El Centenillo (término municipal de Baños de la Encina, Jaén). Flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 429.620; y = 4.245.720.

*Rango estratigráfico*: Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados*: El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- 19-34 9807-GM (pizarra ampelítica): *Retiolites angustidens* Elles and Wood, *Monograptus parapriodon* Bouček, *Monoclimacis* cf. *crenulata* (Törnquist). Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi*.

## **H.9. Muestras de la litoteca MAGNA del IGME, correspondientes a la hoja geológica nº 863 (Fig. 4, loc. 49)**

*Situación*: a 4.7 km el este-sureste del castillo de Torre Alver, en el término municipal de Santisteban del Puerto (Jaén). Flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 470.820; y = 4.243.560.

*Rango estratigráfico*: Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados*: El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- 20-34 9816-GM (pizarra ampelítica): *Metaclimacograptus asejradi* Legrand, *Parapetalolithus hispanicus* (Habermelner), *Stimulograptus becki* (Barrande), *Monograptus gemmatus* (Barrande), *Monograptus marri* Perner, *Spirograptus guerichi* Loydell, Štorch y Melchin, *Paradiversograptus* cf. *runcinatus* (Lapworth), *Streptograptus* sp. Telychiense, Biozona de *Rastrites linnaei* (Sub-biozonas *Paradiversograptus runcinatus* – *Monograptus gemmatus* a *Parapetalolithus palmeus*).

*Situación*: a casi 5 km el este-sureste del castillo de Torre Alver, en el término municipal de Santisteban del Puerto (Jaén). Flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 470.980; y = 4.243.460.

*Rango estratigráfico*: Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- 20-34 9817-GM (nódulos): *Monoclimacis* cf. *griestoniensis* (Nicol), *Metaclimacograptus flamandi* (Legrand), *Torquigraptus* sp., *Monograptus* sp. y braquiópodos rinconélidos. Telychiense, biozonas de *Monoclimacis griestoniensis* a *Torquigraptus tullbergi*.

#### **H.10. Muestras de la litoteca MAGNA del IGME, correspondientes a la hoja geológica nº 864 (Fig. 4, locs. 50 y 51)**

*Situación:* a unos 600 m al suroeste del cortijo de Las Hazadillas. Se llega por la pista que va a dicho cortijo desde el km 5 de la carreterilla que se dirige al poblado del embalse del Guadalmena y que sale del km 218 de la carretera N-322.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 510.560; y = 4.246.640.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- 21-34 IN-GM M-14 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Stimulograptus splendens* Štorch, *Monoclimacis* cf. *griestoniensis* (Nicol), Telychiense, Biozona de *Torquigraptus tullbergi*.

*Situación:* en la orilla derecha del río Guadalmena, a unos 8 km aguas abajo de la presa del embalse del mismo nombre y a 4.5 km al noroeste de Arroyo del Ojanco (Jaén).

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 505.100; y = 4.243.630.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- 21-34 IN-GM 05-01 M1 (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* (Suess), *Monograptus* cf. *parapriodon* Bouček, *Monoclimacis flumendosae* (Gortani). Sheinwoodiense (?).

#### **H.11. Muestra de la litoteca MAGNA del IGME, correspondientes a la hoja geológica nº 865 (Fig. 4, loc. 52)**

*Situación:* a la altura del km 241.5 de la carretera N-322 en el talud meridional, dentro del término municipal de Villarodrigo (Jaén). Flanco norte del sinclinorio de Los Pedroches.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 522.680; y = 4.258.900.

*Rango estratigráfico:* Formación Guadarranquejo.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- 22-24 IN-GM-M5 (pizarra ampelítica): *Retiolites geinitzianus* (Barrande), *Torquigraptus australis* Štorch, *Diversograptus* sp. Telychiense, Biozona de *Monoclimacis griestoniensis*.
- 22-24 IN-GM-M5 (nódulo): monograptidos, finos y largos.





## **(I) - DOMINIO OBEJO-VALSEQUILLO**

### **I.1. Afloramiento puntual de Puerto Calatraveño (Fig. 4, loc. 62)**

*Situación:* bajando del puerto Calatraveño (término municipal de Alcaracejos, Córdoba) hacia el sur a 1,5 km, en dirección hacia Córdoba (carretera N-502), a menos de 100 m al oeste de la calzada. Las muestras proceden de los escombros de un pozo y no se encuentran “in situ”. Flanco sur del anticlinal de Peraleda-Valsequillo.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 326.435; y = 4.235.010.

*Rango estratigráfico:* unidad pizarrosa con lentejones carbonatados y nódulos fosilíferos del Silúrico superior.

*Fósiles identificados:* El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- *Orthocycloceras fluminense* (Meneghini), *Bohemiacaris cf. bohémica* (Barrande), bivalvos. Ludlow-Pridoli.

### **I.2. Sección de Mina Guillermin (Fig. 4, loc. 63)**

*Situación:* afloramiento en el talud de un camino (Cañada Real Soriana), aproximadamente a 1,5 km al este-sureste de la localidad anterior y a unos 500 m al sur-suroeste de la mina Guillermin (término municipal de Alcaracejos, Córdoba). Se situaría en continuidad estratigráfica con el yacimiento de la carretera y se prolonga más hacia el este, hacia el siguiente yacimiento (loc. 64). Flanco sur del anticlinal de Peraleda-Valsequillo.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84) del punto medio del afloramiento: x = 327.580; y = 4.234.075.

*Rango estratigráfico:* unidad pizarrosa con lentejones carbonatados y nódulos fosilíferos del Silúrico superior.

*Fósiles identificados:* En el afloramiento se han recogido muestras fosilíferas en tres niveles diferentes en un intervalo de unos 5 m. El contenido paleontológico y la edad estimada, del más bajo hacia arriba, son los siguientes:

- (pizarra ampelítica): bivalvo (*Panenka* sp.).
- (limolita carbonatada): Ostrácodos (Cypridinacea?).
- (nódulos y lentejones carbonatados en pizarras): *Scyphocrinites elegans* Zenker y nautiloideos ortocónicos. Ludlow-Pridoli.

### **I.3. Afloramiento puntual del Pantano del Cortijo Nuevo (Fig. 4, loc. 64)**

*Situación:* a 1,3 km al este de la localidad anterior (loc. 63), en la cabecera del canal de desagüe de la presa del pantano y a 1.1 km de la mina Guillermin. Flanco sur del anticlinal de Peraleda-Valsequillo.

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 328.850; y = 4.233.920.

*Rango estratigráfico*: unidad pizarrosa con lentejones carbonatados y nódulos fosilíferos del Silúrico superior.

*Fósiles identificados*: El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- (nódulos y lentejones carbonatados en pizarras): Monograptidos indet., bivalvos (*Panenka* aff. *obsequens* Barrande, *Praecardium* aff. *bohemicum* Barrande, *Praecardium* sp., *Mytilarca* sp., *Cheiopteria bridgei* Pojeta & Kříž, *Cheiopteria* aff. *bridgei* Pojeta & Kříž, *Leptodesma* aff. *carens* (Barrande), *Pterinopecten* (*Pterinopecten*) *cybele* aff. *cybele* (Barrande), ostrácodos (*Bolbozoe* cf. *anomala* Barrande), nautiloideos ortocónicos y equinodermos indet. Ludlow-Pridoli.

#### **I.4. Afloramiento puntual de Peñaladrones (Fig. 4, loc. 61)**

*Situación*: en una pista que une la carretera N-502, a la altura del km 374.7, con la A-3175 a la altura del km 4.8. El punto concreto está a 3.5 km de esta última, dentro del término municipal de Belmez (Córdoba).

*Coordenadas UTM* (datum WGS84): x = 314.160; y = 4.240.640.

*Rango estratigráfico*: unidad pizarrosa con intercalaciones de areniscas del Silúrico, limitada por fallas.

*Fósiles identificados*: El contenido paleontológico y la edad estimada son los siguientes:

- (pizarra ampelítica): *Pristiograptus dubius* y ostrácodo Myodocopida. Wenlock medio a Ludlow.